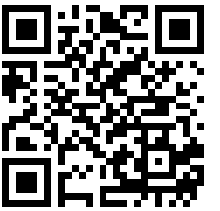
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

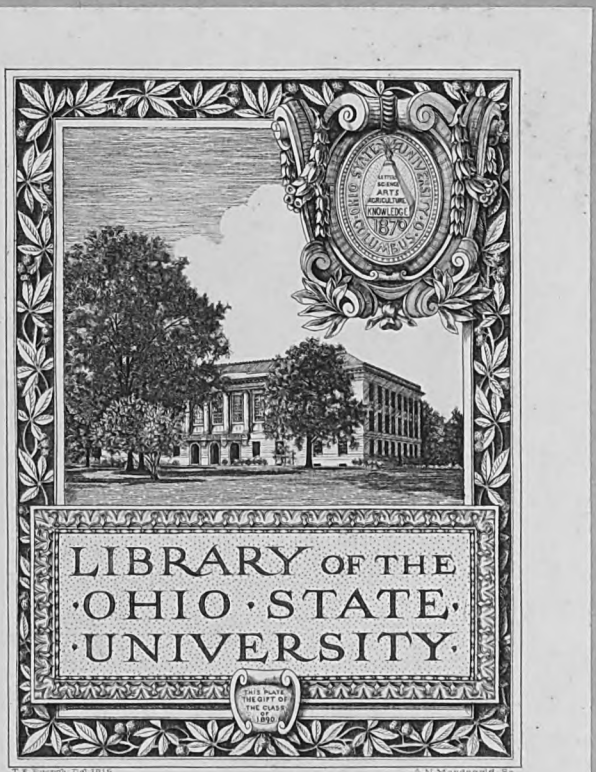
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

Digitized by Google

ÉDITÉ
PAR LA
SOCIÉTÉ ANONYME
"REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ"
(au capital de 400 000 francs)
12, Place de Laborde, PARIS-8e

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS A ÉTÉ RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE LE 7 DÉCEMBRE 1886

QUATRIÈME SÉRIE

TOME V. — ANNÉE 1925

SIÈGE SOCIAL } 12 et 14, rue de Staël.
LABORATOIRE }
à Paris (15e).

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME " REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ "

ÉDITEUR

12, PLACE DE LABORDE, PARIS 8e.

1925

Digitized by Google

TK2
S66
Ser. 4
v. 5, pt. 1

STATE OHIO
LIBRARY

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

SOMMAIRE

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS :

Assemblée générale du 3 janvier 1925, p. 6.
Réunion ordinaire mensuelle du samedi 3 janvier 1925, p. 7.
Admission des membres titulaires, p. 7.
Membres décédés, p. 8.

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS (1) :

Les appareils électriques en verre fabriqués par la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels (M. LÉAUTÉ), p. 13. — Compte rendu des Fêtes du Centenaire du Franklin Institute (M. FABRY), p. 25. — Quelques applications de télémécanique (M. CHAUVEAU), p. 27. — Compte rendu des Fêtes du Centenaire du Rensselaer Polytechnic Institute (M. ABRAHAM), p. 41. — Sur les théories du ferromagnétisme (M. DEJEAN), p. 45.

INFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS :

1° Résolutions prises par l'Assemblée générale du 3 janvier 1925 :
A) *Renouvellement partiel du Bureau et du Comité*, p. 61.
B) *Approbation de l'acquisition d'un terrain pour l'Ecole supérieure d'Electricité*, p. 62.
2° Principale décision du Bureau en janvier 1925 :
Classement des fiches de la Revue générale de l'Electricité, p. 62.
3° Remise à M. Blondel de la Médaille triennale Mascart, p. 62.
4° Semaine de discussions de décembre 1924, p. 63.
5° Souscription aux Tables américaines de Constantes, p. 64.
6° Conférence des grands Réseaux, p. 65.
7° Essais contrôlés de véhicules électriques, p. 66.

TRAVAUX DES SECTIONS :

Sommaire, p. 68 ; texte, p. 68-80.

ECHOS DES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES :

Sommaire, p. 81 ; texte, p. 81-98.

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ, p. 99.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS, p. 100.

IL Y A 30 ANS :

Sommaire, p. 102 ; texte, p. 102-104.

(1) La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

SÉRIE. TOME V, 1925. — N° 41

341642

Digitized by Google

COMPTES RENDUS DES REUNIONS

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

du samedi 3 janvier 1925

Présidence de M. P. ESCHWEGE.

L'Assemblée est ouverte à 17 heures.

M. le président invite les membres qui n'auraient pas envoyé leur vote pour le renouvellement du Bureau, du Comité et de la Commission des comptes à déposer leur bulletin dans l'urne.

MM. les scrutateurs dépouillent le scrutin dont M. le président proclame le résultat (voir p. 61 du présent *Bulletin*.)

M. le président rend compte des mesures prises, en exécution des décisions du Comité d'Administration, pour l'achat, en vue de la reconstruction de l'Ecole supérieure d'Electricité, d'un terrain sis à Malakoff. Conformément à l'article 10 des statuts, il prie l'Assemblée générale de se prononcer sur la ratification de ces mesures. A l'unanimité des membres présents l'Assemblée se prononce pour cette ratification (voir p. 62 du présent *Bulletin*.)

L'Assemblée générale est levée à 17 h 30.

Digitized by Google

RÉUNION ORDINAIRE MENSUELLE

du samedi 3 janvier 1925

La séance est ouverte à 17 heures.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné connaissance des demandes d'admission suivantes :

Barbier (André-Claude-Louis-Marie), élève à l'E.S.E., 104, rue de Vaugirard, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Bellemin (Eugène-Emile-Joseph), élève à l'E.S.E., 20, rue Dutot, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Bertschy (Pierre-Auguste), élève à l'E.S.E., 20, rue Dutot, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Bonfante (Jacques-Thomas), sous-chef du laboratoire des compteurs à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, 2, rue J.-François-Lépine, à Paris (18e). — Présenté par MM. O'Keenan et Lange.

Bosvin (Henri-Louis), ingénieur électricien aux « Equipements électriques pour automobiles Marchal », 28, rue Chaptal, à Levallois-Perret (Seine). — Présenté par MM. Bossu et Hervy.

Brachet (Pierre-Hippolyte), élève à l'E.S.E., 1 bis, rue Plumet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Brintet (Paul-Jules-Marie-Edmond), élève à l'E.S.E., 18, avenue Jules-Janin, à Paris (16e). — Présenté par MM. Mazen et Janet.

Candie (Elie-Raoul-Victor), directeur de l'Usine de la Société française des Machines électriques à Puissance autoréglable, 162, rue Jeanne-d'Arc prolongée, à Paris (13e). — Présenté par MM. Lebaupin et Jouaust.

Champigny (Henri-Benjamin), ingénieur électricien, 32, rue des Domeliers, à Compiègne (Oise). — Présenté par MM. P. Eschwège et Polack.

Courpron (Gabriel), directeur de la Compagnie nouvelle du Gaz et de l'Electricité à Bordeaux, 14, rue de Toulon, à Bordeaux (Gironde). — Présenté par MM. Palausi et Chevallier.

Debayser (Hugues), élève à l'E.S.S., 3 bis, avenue de Montespan, à Paris (16e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Derville (Victor-Emile), ingénieur électricien, 64, avenue de Compiègne, à Verberie (Oise). — Présenté par MM. P. Eschwège et Polack.

Foch (Jacques-Léon-Adrien), professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, 20, cours Pasteur, à Bordeaux (Gironde). — Présenté par MM. Chevallier et Palausi.

Goret (Jean-André), ingénieur électricien (Institut électrotechnique de Toulouse), élève à l'E.S.E., 5, rue Jeanne-Hachette, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Gouzil (Jean-Victor), élève à l'E.S.E., 99, rue Blomet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Guillaume (Albert-Emile), chef du service technique Société française des Machines électriques à Puissance autoréglable, 23, rue Chaudron, à Paris (10e). — Présenté par MM. Lebaupin et Grosselin.

Hueber (Frantz), élève à l'E.S.E., 40, boulevard du Roi, à Versailles (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Jarrett-Knott (Charles-Edouard-Georges-Louis), attaché aux Services électriques de la Traction du P. O., 31, avenue des Champs-Elysées, à Paris (8e). — Présenté par MM. Parodi et Barillot.

Digitized by Google

Julien (Maurice-Clément-Joseph), élève à l'E.S.E., 20, rue Dutot, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Lagarde (Albert-Georges), élève à l'E.S.E., 21, rue de Vouillé, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Lagrange (André-Robert), élève à l'E.S.E., 1 bis, rue Plumet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Lapeyrère (Fernand-Antonin), ingénieur électricien I.E.T., élève à l'E.S.E., 5, rue Jeanne-Hachette, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Laure (Paul-Marie-Louis-Maurice), ingénieur E.C.L., élève à l'E.S.E., 1 bis, rue Plumet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-L. Guilbert.

Léger (Jean-Charles), ancien élève de l'Institut électrotechnique de Grenoble, Tuilerie de Rambervillers (Vosges). — Présenté par MM. Rigollot et Barbillion.

Legros (Léon-Louis), ingénieur principal à la Compagnie générale d'Electricité, 99, boulevard Exelmans, à Paris (16e). — Présenté par MM. Drouin et Grosselin.

Le Guyon (Marcel), élève à l'E.S.E., 67 bis, rue Dutot, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Malaterre (Gabriel-Jean-Joseph), élève à l'E.S.E., 9, rue Cannebière, à Paris (12e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

De Montard (Louis-Marie-Robert), ingénieur I.E.G., élève à l'E.S.E., 60 bis, avenue de Breteuil, à Paris (7e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Murat (Paul-Raymond), licencié ès-sciences, élève à l'E.S.E., 7, rue Thénard, à Paris (5e). — Présenté par MM. P. Janet et C.F. Guilbert.

Pelon (Ernest), élève à l'E.S.E., 12, avenue du Maine, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Poncet (Albert), élève à l'E.S.E., 3, rue Henri-Duchêne, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Prady (Marie-Henri), élève à l'E.S.E., 5, rue Jeanne-Hachette, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Romieu (Joseph-André), élève à l'E.S.E., 52 bis, boulevard Saint-Jacques, à Paris (14e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

De Roumefort, 5, rue de la Banque, à Paris (2e). — Présenté par MM. Roth et Belfils.

Taillefer (André-François), ancien élève de l'Ecole polytechnique, docteur en droit, avocat à la Cour de Paris, 215 bis, boulevard Saint-Germain, à Paris (7e). — Présenté par MM. Broca et Grosselin.

Wartel (Charles-Emile-Samuel), élève à l'E.S.E., 21, rue La Condamine, à Paris (17e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Wetzel (Léon-Marie-André-Joseph), ingénieur à la Compagnie des Lampes, 3, square du Croisic, à Paris (15e). — Présenté par MM. Maisonneuve et Lebaupin.

Warin (Maurice-Paul), élève à l'E.S.E., 9, rue Gerbert, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Ces candidats sont élus membres titulaires de la Société française des Electriciens.

M. le Président fait part du décès de MM. *Lapret, Meirellen da Silva* et *Ohdatchi.* Il adresse à leurs familles les condoléances de la Société.

Il remercie les donateurs des ouvrages offerts en novembre et décembre et dont la liste est donnée à la page 99 du présent *Bulletin.*

L'ordre du jour appelle les communications techniques.

M. LÉAUTÉ présente une communication sur les appareils élec-

Digitized by Google

triques en verre fabriqués par la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels. Il rappelle comment cette Société a résolu le problème de la pénétration des conducteurs d'entrée de courant dans les appareils en verre dur par l'emploi, d'une part, du pyrex et du quartz, d'autre part du tungstène ou de certains alliages. Il en montre l'application aux interrupteurs à basculement à hydrogène et émet, en passant, l'opinion que les propriétés anti-arc de ce gaz peuvent être attribuées à ce qu'il empêche l'émission d'ions positifs par l'anode. Ces interrupteurs ont été réalisés pour des puissances échelonnées de 5 ampères sous 110 volts, à 200 ampères sous 500 volts et à 0,1 ampère sous 40 000 volts. Il décrit ensuite les séries spéciales à trois contacts, les interrupteurs en croissant, à 4 électrodes, à retardement, et en montre diverses applications. Il donne quelques indications sur les cellules photo-électriques pour lesquelles l'étanchéité des soudures est une qualité primordiale et il rappelle qu'elles sont utilisées en photométrie, en astronomie, en cinématographie, en télévision, etc...

Il expose que le convertisseur à vapeur de mercure a été transformé en relais par MM. Dunoyer et Toulon grâce à l'adjonction d'une gaîne métallique extérieure. Ce relais, utilisé comme régulateur de tension et de courant, peut être employé en télégraphie et téléphonie sans fil, en téléphotographie, en télévision, etc...

Après une observation de M. Fabry sur l'émission des ions dans les tubes à vide, observation à laquelle répond M. Léauté, le président remercie M. Léauté de son très intéressant exposé, le félicite des résultats qu'il a obtenus et émet le vœu que les membres de la Société française des Electriciens soient admis à visiter le laboratoire où il met au point d'aussi remarquables inventions.

Il donne la parole à M. Fabry pour le compte rendu des fêtes du Centenaire du Franklin Institute auxquelles il a représenté la Société avec MM. Abraham et Leblanc. Il fait ressortir l'intérêt des séances d'étude et l'éclat des réceptions qui ont été offertes aux visiteurs. Il a été surtout frappé du développement pris par les laboratoires de recherches créés dans les diverses écoles techniques.

Le président remercie M. Fabry de nous avoir si brilamment représentés et il donne la parole à M. Chauveau pour une communication sur quelques applications de la télémécanique. Le confé-

Digitized by Google

rencier expose les systèmes de commande à distance des relais de télégraphie sans fil, par lampe triode avec relais ou avec galvanomètre ; les procédés de sélectionnement des signaux reçus ; d'identification du poste émetteur. Il décrit le système Passaquin pour la transmission et la réception du signal de détresse des navires en perdition.

Le président remercie et félicite vivement M. Chauveau de ses très intéressantes réalisations si utiles pour l'intérêt général et il donne la parole à M. ABRAHAM pour faire le compte rendu des fêtes du Centenaire du Rennselaer polytechnic Institute.

M. Abraham rappelle d'abord que M. Fabry et lui-même ont été nommés docteurs honoris causà de l'Université de Philadelphie et que le Rensselaer polytechnic Institute lui a fait le même honneur aux fêtes de son Centenaire. Il donne dés détails sur le fonctionnement de cet Institut et sur le programme des réception qui ont marqué la solennité. Il donne lecture de l'adresse qu'il a présentée au nom de la Société française des Electriciens et il termine en rappelant que le Gouvernement français a conféré la dignité de Commandeur de la Légion d'honneur à M. Palmer-Ricketts, l'éminent président de l'Institute.

M. le Président remercie et félicite M. Abraham de la manière dont il a su représenter la Société française des Electriciens et l'ordre du jour étant épuisé, il cède la présidence à M. le professeur Broca, président entrant, dans les termes suivants :

Mes chers Collègues,

Me voici arrivé au terme de ma présidence ; je n'en emporte pas seulement le souvenir du très grand honneur que vous m'avez fait, mais aussi celui de l'affectueuse collaboration qui n'a cessé de réunir tous les artisans de la prospérité de notre Société et pour laquelle je ne saurais assez remercier MM. Janet, Grosselin et tous leurs dévoués collaborateurs.

Dans quelques instants, mon ami André Broca, me remplacera à ce fauteuil. Vous connaissez tous les remarquables travaux qui lui ont valu d'occuper à la Faculté de Médecine, à l'Institut d'Optique, à l'Institut de Radiologie, des chaires d'où rayonne l'un des plus brillants enseignements de physique physiologique de l'époque actuelle.

Digitized by Google

Broca a illustré d'un nouvel éclat un nom déjà glorieux dans les annales de la science.

Nul ne pouvait mieux que lui représenter la science française à la tête de la Société française des Electriciens.

Mon cher Broca, je vous transmets le sceptre de la présidence sous la forme de cette modeste sonnette dont le calme de nos réunions fait un bien inutile accessoire ; je vous invite à venir occuper ce fauteuil et à prendre, à partir de ce jour, la présidence effective de la Société française des Electriciens.

M. le professeur Broca prend possession du fauteuil et répond en ces termes :

Je ne veux ce soir qu'adresser mes remerciements à mon ami Eschwège pour les paroles qu'il vient de prononcer à mon sujet et qui me rendent un peu confus.

Je vous remercie en même temps de la marque de haute estime que vous m'avez montrée en m'appelant à votre présidence, ce qui est pour moi un couronnement de carrière.

J'espère que cette Présidence sera aussi fructueuse pour notre Société que celle de mon prédécesseur, c'est le meilleur espoir que je puisse manifester avant de lever la séance.

La séance est levée à 18 h 50.

Digitized by Google

Digitized by Google

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS

LES APPAREILS ÉLECTRIQUES EN VERRE DE LA SOCIETE DE RECHERCHES ET DE PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS

par M. LÉAUTÉ.

Le conférencier rappelle la difficulté qui se présente quand on veut faire pénétrer des entrées de courant dans une paroi de verre et spécialement de verre dur. La Société de Recherches et de Perfectionnements industriels a surmonté cette difficulté par l'emploi, d'une part, du tungstène ou de divers alliages, d'autre part, du verre Pyrex ou du quartz. Il en montre les applications aux interrupteurs à basculement, aux cellules photoélectriques, aux convertisseurs à vapeur de mercure.

Dans une conférence antérieure (1) j'ai entretenu la Société française des Electriciens de la création de la « Société de Recherches et de Perfectionnements industriels ». J'ai défini le but que cette Société se proposait d'atteindre et les moyens dont elle disposait ; mais à cette époque, aucune des recherches que la Société avait entreprises dans le domaine de l'électricité n'était encore assez avancée pour que je pusse en présenter les résultats. Aussi, était-ce dans le champ de la chimie que j'avais dû chercher un exemple des premiers travaux de la Société. Cependant, dès sa fondation, la Société n'était pas restée étrangère à l'électricité et elle avait, dans cette direction, appliqué ses efforts à perfectionner le travail des verres durs ; aujourd'hui, elle est arrivée, en utilisant ces verres, à construire des appareils qui marquent, semble-t-il, un progrès assez réel pour qu'il en soit fait mention devant vous.

Certains de ces appareils n'ont rien d'électrique ; ce sont notamment les vases d'Arsonval à double enveloppe isolante, les bouteilles et biberons isolants, les pompes à condensation, etc. Mais, d'autres que je vais décrire devant vous sont d'ordre électrique.

La première et la plus importante difficulté qu'on ait à vaincre pour réaliser un appareil électrique dans un récipient en verre est celle qui consiste à faire pénétrer les entrées de courant à travers

(1) *Bulletin de la Société française des Electriciens*, janvier 1921, t. 1 (4e série), n° 1, p. 13.

Digitized by Google

la paroi. Cette difficulté devient très sérieuse lorsque l'on emploie, au lieu de cristal, des verres durs. Il y a d'autant plus d'intérêt à la vaincre, que ces verres présentent des avantages particuliers pour la fabrication qui nous occupe ; leur très faible coefficient de dilatation permet de soumettre à des températures élevées certaines parties de l'enveloppe sans qu'elle se brise ; les appareils prennent ainsi des dimensions plus réduites, ou, ce qui revient au même, ils correspondent, pour des dimensions égales, à des puissances plus grandes.

Depuis longtemps, le passage de fils métalliques au travers des verres durs ou du quartz, a retenu l'attention des chercheurs. Dès 1911, l'emploi du molybdène a été préconisé par Kent et Lacell. Puis, M. Weintraub a repris la question et a soudé le tungstène à une série d'anneaux de verres de plus en plus durs dont le coefficient de dilatation s'approche progressivement de celui du quartz. La Société de Recherches et de Perfectionnements industriels, s'attaquant à son tour à cette question, a étudié méthodiquement tous les facteurs qui interviennent. Cette étude méthodique l'a conduite à une technique qui permet de réaliser des soudures absolument étanches, en employant, d'une part le tungstène ou certains alliages et, d'autre part des verres durs parmi lesquels le plus connu en France est le verre Pyrex, ou le quartz.

I. Interrupteurs a basculement. — Cette technique trouve sa première application dans la construction des interrupteurs à basculement. Il serait superflu de donner ici une description de ces appareils, dont l'emploi remonte au début de l'électricité et dont la forme est bien connue; mais je voudrais insister sur le rôle essentiel que l'étanchéité de la soudure joue dans leur fonctionnement ; c'est grâce à la perfection de cette étanchéité qu'ont pu être fabriqués des interrupteurs qui fonctionnent sous des intensités et des tensions beaucoup plus hautes que précédemment.

Il est, en effet, essentiel d'éviter toute rentrée d'air dans l'ampoule. Si le vide règne dans l'interrupteur, cette nécessité s'explique de soi-même. Elle n'est pas moindre dans le cas où l'ampoule est remplie d'hydrogène, car c'est un fait bien connu qu'il suffit de petites quantités d'air pour diminuer les propriétés antiarc de l'hydrogène. Quelle est la cause de l'action qu'une minime proportion d'oxygène exerce ? J.-J. Thomson a attribué les pro-

Digitized by Google

priétés anti-arc de l'hydrogène à la conductibilité thermique de ce gaz. Je pense que l'anode doit aussi jouer un rôle et que l'émission d'ions positifs par cette anode est empêchée dans une atmosphère d'hydrogène, tandis que des traces d'oxygène suffiraient à la rendre plus abondante.

On pouvait donc prévoir, et l'expérience l'a confirmé, que l'on améliorerait beaucoup le fonctionnement des interrupteurs à mercure, en les munissant d'entrées de courant parfaitement étanches. Cette première amélioration n'a pas d'ailleurs été la seule sur laquelle aient porté les travaux et les brevets de la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels. L'emploi d'un tube protecteur à l'intérieur de l'ampoule, le mode de protection des sorties de courant, le procédé de purge et de purification du

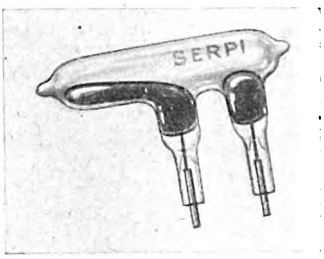


Fig. 1. — Interrupteur à basculement pour 5 ampères, 110 volts.

mercure, etc... ont beaucoup contribué aussi au résultat. Grâce à tout cela, un grand nombre de modèles ont pu être réalisés. Nous ne mentionnerons que les types les plus courants, en commençant par les plus petits.

Une première série est constituée par les tubes à deux électrodes seulement. Le plus minuscule, type n° 0 (fig. 1), permet de couper 5 ampères sous 110 volts, tandis que le plus fort permet de couper 35 ampères sous 220 volts ; il convient de préciser que les intensités et les tensions sont calculées de façon à permettre un nombre considérable de coupures ; les types 0, 1, 2, 3, 4, par exemple, peuvent être garantis pour plus de 10 millions de coupures.

Une deuxième série est destinée à des intensités plus fortes. Elle comporte à l'intérieur de l'ampoule un tube protecteur qui est lui-même en verre spécial (fig. 2). Cette deuxième série va du type n° 5 bis, permettant de couper 25 ampères sous 220 volts,

Digitized by Google

jusqu'au type n° 13 qui permet de couper 100 ampères sous 220 volts. Pour aller au-dessus, on substitue une chemise en quartz au tube en verre dur et on réalise deux types d'appareils dont l'un coupe 100 ampères sous 220 volts et l'autre 200 ampères sous 500 volts ; ce dernier présente de l'intérêt pour la traction électrique à laquelle il est destiné, et il ouvre à l'interrupteur à mercure un débouché qui, à ma connaissance, est nouveau.

J'en viens aux hautes tensions. Alors que tous les appareils précédents se limitent à des tensions de 600 volts, une série a été établie pour les hautes tensions; notamment, le type H.T. n° 1 permet de couper 0,1 ampère sous une tension de 10 000 volts et le type H.T. n° 2 permet de couper 0,1 ampère sous 40 000 volts. volts.

A ces séries normales, il s'ajoute des séries spéciales.

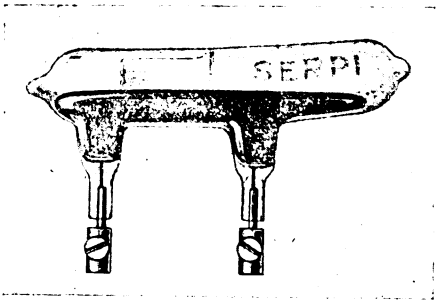


Fig. 2. — Interrupteur à basculement pour 25 ampères, 220 volts.

Ce sont d'abord les inverseurs à trois contacts; ils existent pour 15 et pour 35 ampères, 220 volts (fig. 3). Ce sont ensuite les croissants qui doivent être préférés quand on ne dispose, comme dans les horloges, que d'une énergie très faible ; la forme du croissant permet de réduire le déplacement du centre de gravité au moment du basculement. Ces croissants se font, soit à capuchon, soit à électrodes protégées. Viennent ensuite les interrupteurs à 4 électrodes, permettant de fermer un circuit au moment où l'on en coupe un autre et vice-versa; nous en montrerons une intéressante application. Enfin, la série des interrupteurs à retardement met en œuvre des dispositifs extrêmement variés sur lesquels, faute de temps, je ne puis insister, mais qui permettent, soit d'obtenir le retardement à la coupure, soit d'obtenir le retardement à la fermeture; ils fournissent la solution de problèmes très divers.

Digitized by Google

Ces diverses séries d'interrupteurs ont, depuis leur création, donné lieu à des applications variées. On me permettra d'en montrer quelques exemples. Voici d'abord un télérupteur réalisé par les Etablissements Chauvin et Arnoux. Cet appareil coupe 25 ampères sous 110 volts et sa manœuvre n'exige d'une puissance d'un demi-watt. Voici aussi des appareils construits par les Etablissements Chenaille, en vue de réaliser des réclames lumineuses mouvantes. Ces appareils font usage d'interrupteurs à 4 électrodes; chacun d'eux, par sa coupure, commande la fermeture de l'appareil suivant. L'on peut ainsi provoquer, pendant des temps très courts et suivant un ordre prescrit d'avance, l'allumage de toute une série de lampes, ce qui donne à l'œil l'impression d'une tache lumineuse en mouvement. Sans doute, cette application, comme beaucoup de celles des interrupteurs à mercure, peut être réa-

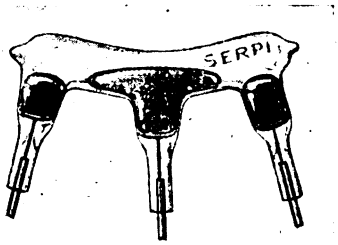


Fig. 3. — Inverseurs à 3 contacts.

lisée avec des contacts métalliques; mais les interrupteurs à mercure présentent des avantages évidents ; ils ne sont sujets à aucune usure et gardent un fonctionnement irréprochable après un nombre énorme de coupures ; ils éloignent tout danger d'incendie ; leur encombrement est des plus réduits et ils ne consomment, pour leur manœuvre, qu'une énergie minime. L'ensemble de ces avantages est sans doute de nature à assurer à ces appareils un débouché croissant.

II. Cellules photo-electriques. — La technique que la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels a mise au point pour le travail des verres durs ou du quartz et pour les entrées de courant à travers ces matières trouve une deuxième application dans la fabrication des cellules photo-électriques.

Il serait superflu de revenir sur la description de ces appareils, qui sont connus et qui d'ailleurs ont fait récemment l'objet d'une

Digitized by Google

conférence de M. G. Rougier devant la Section strasbourgeoise de la Société française de Physique. En se basant sur les travaux de H. Ilves et de Jakob Kunz (1), M. Rougier a fabriqué lui-même les cellules qu'il vise plus particulièrement dans sa conférence; il s'est, depuis lors, adressé à la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels pour qu'elle se chargeât de la fabrication de ces intéressants appareils.

Ici, comme pour les interrupteurs, la qualité des entrées de courant joue un rôle essentiel dont il est facile de comprendre la raison. Parmi les électrons que, sous l'influence des radiations lumineuses, la cathode émet, un certain nombre seulement atteignent l'anode et créent le courant électrique qu'on mesure. Pour accroître la sensibilité, il convient d'augmenter le plus possible l'intensité de ce courant et, dans ce but, on applique entre la cathode et l'anode une différence de potentiel grâce à laquelle les électrons émis par la cathode prennent une vitesse suffisante pour ioniser par chocs les molécules neutres. Le facteur d'amplification est facile à calculer dans le cas théorique où l'on considère un champ uniforme entre les deux électrodes planes, parallèles et indéfinies. Le nombre d'ions produit par choc pendant l'unité de temps dans un centimètre cube est fonction du libre parcours moyen, c'est-à-dire de la pression du gaz dans la cellule. Comme il sied de maintenir la pression à sa valeur la plus favorable, comme, par ailleurs, il faut aussi éviter les rentrées de gaz électropositif, on comprend l'importance qu'ont, dans la fabrication, la perfection de la purge et l'étanchéité des soudures.

Quant à la qualité du verre, en dehors du rôle qu'elle joue dans les entrées du courant, elle intervient aussi au point de vue optique.

En portant son attention sur ces divers facteurs, la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels a monté et réglé une fabrication, qui fournit des cellules sensibles et sans inertie appréciable. Ces cellules ont déjà des applications nombreuses. C'est d'abord la photométrie ; dans nombre de cas (2), la cellule peut remplacer l'œil comme instrument de mesure. Dans les laboratoires d'astronomie, la cellule photo-électrique a sa place marquée; elle fournit un moyen de faire progresser la photomé-

(1) *Astroph. Journ.*, 1914 et 1917.
(2) Voir à cet égard les récents travaux de notre collègue M. Jouaust.

Digitized by Google

trie stellaire. Dans un ordre d'idées différent, l'industrie du phonographe constitue, elle aussi, un champ d'applications, sans doute très vaste. On n'ignore pas qu'en France et à l'étranger, notamment aux Etats-Unis et en Allemagne, des recherches sont activement menées pour réaliser le film parlant. Déjà, des résultats extrêmement saisissants ont été obtenus. Dans ces appareils, il est fait usage d'une cellule qui est soumise à l'éclairement variable

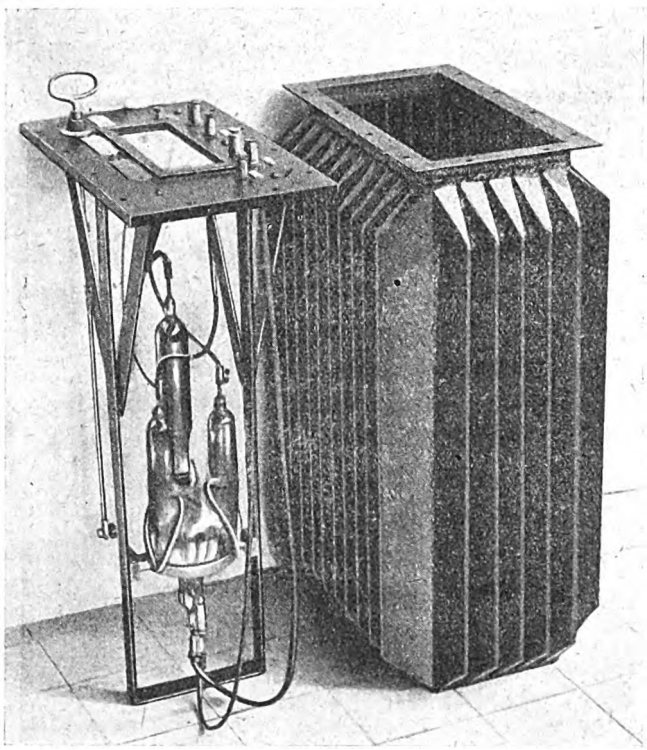


Fig. 4. — Convertisseur de 50 ampères.

que crée l'interposition du film entre la source lumineuse et la cellule.

La télévision, l'étude de la pureté des gaz, etc., ne sont citées ici qu'en passant, pour montrer la diversité des problèmes dont la cellule photo-électrique peut fournir la solution.

III. Convertisseurs a vapeur de mercure et relais a arc. — La Société de Recherches et de Perfectionnements industriels n'a pas manqué d'utiliser, pour la construction des convertisseurs à va-

Digitized by Google

peur de mercure, les connaissances qu'elle avait acquises dans le travail des verres à faible dilatation. Sur la figure 4, est représenté un convertisseur de 50 ampères, dont l'appareillage a été construit par les Ateliers d'Orléans.

Nous ne reviendrons pas sur l'étude du convertisseur à vapeur de mercure qui a fait l'objet de récentes et intéressantes communications de M. Giroz et M. Demontvignier ; M. Maurice Leblanc y a ajouté d'utiles observations en ce qui concerne plus particuliè-

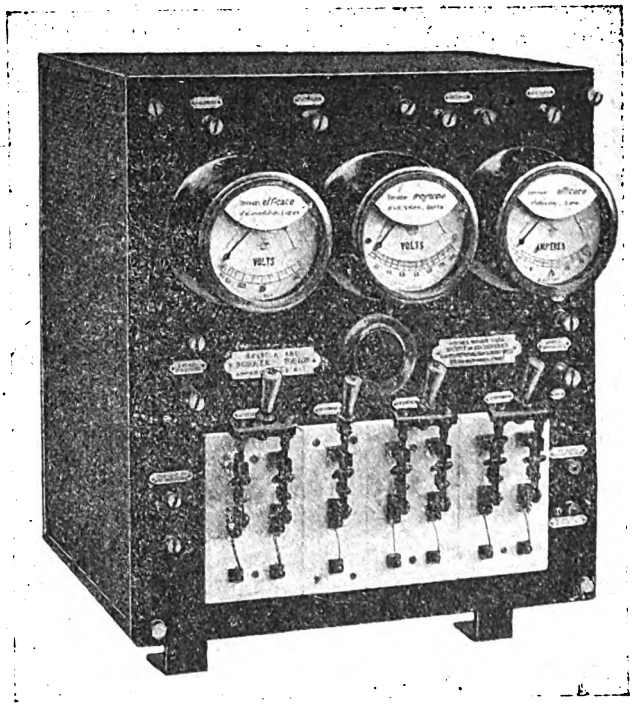


Fig. 5. — Asservisseur Dunoyer et Toulon.

rement le convertisseur en verre. Il a signalé avec beaucoup de raison que le problème de la régulation du courant ou de la tension se pose dans presque tous les cas où l'on emploie des convertisseurs à vapeur de mercure. Jusqu'ici, on l'a généralement résolu au moyen de prises de courant multiples sur le transformateur alimentant le groupe. La Société de Recherches et de Perfectionnements industriels, grâce au concours de M. Dunoyer et de M. Toulon, a trouvé un moyen infiniment élégant d'opérer cette régulation et elle a vite reconnu que l'asservissement dont la

Digitized by Google

possibilité était ainsi révélée, paraissait devoir accroître dans de grandes proportions le champ des applications du convertisseur à vapeur de mercure. Aussi, est-ce tout particulièrement vers le convertisseur asservi qu'elle a dirigé ses efforts.

Renvoyant pour plus de détails aux communications que les auteurs de cette importante invention, MM. Dunoyer et Toulon, ont fait paraître dans les « Comptes rendus de l'Académie des

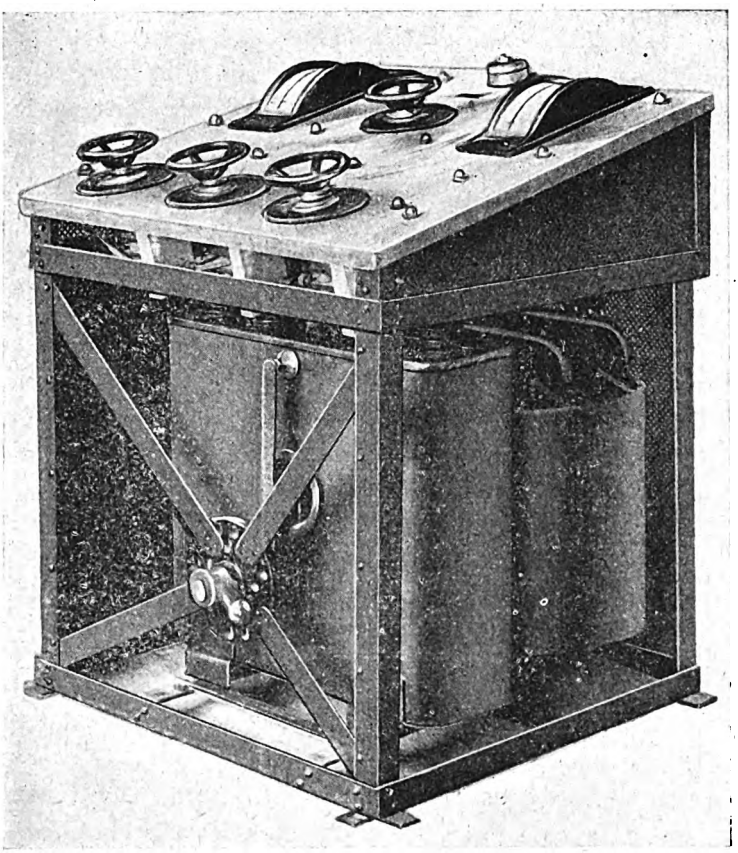


Fig. 6. — Asservisseur Dunoyer et Toulon.

Sciences » (1), nous nous contenterons de rappeler ici brièvement le principe du phénomène.

Dans un redresseur monté dont la tache cathodique est entretenue, on constate que le potentiel auquel sont portées des gaînes métalliques extérieures à l'ampoule, et voisines des anodes, exerce

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 1924, Tome 179, pages 148, 461 et 522.

Digitized by Google

une influence fondamentale sur l'arc électrique dans l'ampoule. Si la différence de potentiel entre une gaîne et la cathode est en phase avec celle qui règne entre la cathode et l'anode correspondante et si elle dépasse un certain minimum positif, l'arc passe dans le tube anodique comme s'il n'y avait pas de gaîne. Si, au contraire, la différence de potentiel entre la cathode et la gaîne est en opposition avec celle qui règne entre la cathode et l'anode correspondante et si elle dépasse un minimum qui, d'ailleurs, à la température ordinaire, est généralement nul, le courant ne passe pas à travers le tube anodique. On a ainsi un moyen, par un simple effet électrostatique, de contrôler, par tout ou rien, le courant auquel le convertisseur livre passage.

Mais il y a plus et on peut envisager d'autres cas que ceux où la différence de potentiel entre la cathode et la gaîne sont en phase ou en opposition avec la différence de potentiel entre la cathode et l'anode correspondante. Il vient naturellement à l'esprit de se demander ce qu'il peut advenir dans les cas intermédiaires, où une différence de phase comprise entre 0 et 180° existe entre les deux différences de potentiel. Les inventeurs ont constaté, dans ce cas, que la valeur moyenne du courant à travers le convertisseur variait en fonction de la différence de phase de zéro jusqu'à son maximum. Cet effet est facile à expliquer si l'on songe que la différence de potentiel entre la gaîne et la cathode, lorsqu'elle est en retard sur la différence de potentiel entre la cathode et l'anode exerce, au début de chaque alternance et pendant un temps approximativement égal au retard entre les deux tensions, le même effet que si elle était en opposition; puis, lorsqu'elle est devenue de même signe que la différence de potentiel entre la cathode et l'anode et qu'elle a dépassé un certain minimum, la différence de potentiel entre la cathode et la gaîne fonctionne comme si elle était en phase avec la différence de potentiel entre la cathode et l'anode. Il en résulte que le courant dans le convertisseur, lorsque celui-ci débite sur une résistance purement ohmique, est à chaque alternance supprimé pendant un temps qui est en fonction de la différence de phase. Lorsque le réseau est suffisamment inductif et que le convertisseur comporte un nombre suffisant d'anodes, on peut ainsi débiter un courant à peu près continu, dont la valeur est réglable de zéro jusqu'à son maximum.

Ce contrôle, soit qu'on l'opère par tout ou rien, soit qu'on agisse

Digitized by Google

sur le déphasage, n'exige qu'une énergie infime, puisque, dans les deux cas, il suffit de charger à une basse tension une gaîne, dont la capacité est très faible. C'est un véritable relais qui se trouve ainsi constitué. Il a l'avantage que le coefficient d'amplification y est considérable et qu'en intensité il peut dépasser la valeur de cent millions.

Dès qu'ils ont été imaginés par MM. Dunoyer et Toulon, ces relais ont trouvé des applications multiples. Ils peuvent être employés comme régulateurs de courant et de tension, dans tous les cas où l'on utilise un convertisseur à vapeur de mercure en verre. Mais là ne se limite pas le champ qui leur est ouvert. L'intérêt de l'asservissement est en effet si grand que l'on peut même renoncer à l'effet de redressement qui, jusqu'ici était le rôle principal du convertisseur à vapeur de mercure. Il est très aisé d'imaginer des schémas dans lesquels les tubes anodiques sont disposés de façon telle que le courant alternatif, à l'entrée de l'appareil, soit encore alternatif à la sortie. Ceci exige seulement que l'on augmente le nombre des cathodes. Sous cette forme, l'appareil n'a plus rien d'un convertisseur. Mais il devient un moyen nouveau pour contrôler un courant alternatif et trouve de nombreux emplois en radiocommunication, en téléphonie et sans doute aussi en télégraphie et en télévision.

Sur les figures 5 et 6 est représenté un appareil, qui fait partie de la première série qui doit sortir des ateliers de la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels.

M. Fabry. — Pour expliquer les propriétés anti-arc de l'hydrogène, M. Léauté fait intervenir l'émission d'ions positifs par l'anode, émission qui serait empêchée par la présence de l'hydrogène. Je ne crois pas que cette explication soit exacte. Les phénomènes fondamentaux, dans l'arc, sont l'émission d'électrons par la cathode et l'ionisation du gaz par choc des électrons; il me paraît très improbable qu'il y ait émission d'ions positifs par l'anode, en particulier lorsque cette anode est en mercure. Les phénomènes auxquels M. Léauté fait allusion sont relatifs à l'émission par des fils métalliques chauffés, et dans ce cas, en effet, les gaz occlus et le gaz environnant jouent un rôle capital; je ne vois pas comment les résultats ainsi obtenus se rapportent aux phénomènes qui se produisent dans l'interrupteur à mercure. Peut-être faudrait-il faire intervenir les potentiels d'ionisation des divers gaz.

Digitized by Google

M. LEAUTE. — Dans un grand nombre de cas, le champ dans l'arc reste très sensiblement uniforme jusqu'à proximité de l'anode. Il en résulte qu'il y a émission d'ions positifs soit à la surface même de l'anode, soit à son voisinage immédiat.

Lequel des deux ?

Je reconnais volontiers qu'il me serait impossible de prouver que les ions positifs sont émis à la surface même de l'anode plutôt que dans une zone extrêmement étroite de l'atmosphère avoisinante.

On doit se souvenir toutefois qu'en admettant l'émission par l'anode même, J.-J. Thomson a bâti une théorie de l'arc qui est très cohérente et qui conduit à la loi de Mrs Ayrton. Par ailleurs, l'anode peut être soumise localement à des températures énormes, alors même qu'en moyenne elle resterait froide. A ces hautes températures, des traces d'oxydation de la surface pourraient provoquer une émission positive qui n'aurait pas lieu dans une atmosphère d'hydrogène pur.

Quant au potentiel d'ionisation, de petites quantités d'oxygène ne le feraient guère varier, en sorte que l'explication des propriétés anti-arc de l'hydrogène ne semble pas résider là.

Le plus certain, c'est que la cause de l'effet anti-arc de l'hydrogène est encore à élucider. L'idée que j'ai émise pour l'expliquer n'est qu'une suggestion; il serait intéressant que des expériences fussent faites pour établir l'origine certaine de ce phénomène.

Digitized by Google

COMPTE-RENDU
DES FÊTES DU CENTENAIRE DU FRANKLIN INSTITUTE

par M. FABRY

J'ai eu l'honneur de représenter la Société française des Electriciens au Centenaire de l'Institut Franklin, qui a été célébré, à Philadelphie, au mois de septembre dernier. En même temps que moi vous aviez comme représentants notre ancien Président, M. Abraham, et un jeune ingénieur français résidant actuellement en Amérique, M. Leblanc.

Il est à peine utile de dire que nous avons reçu le meilleur accueil. La célébration du Centenaire a été très intéressante et remarquablement organisée. En dehors des réjouissances ordinaires à ce genre de cérémonies (banquet, réceptions, discours, garden parties, etc.), il y a eu, comme partie vraiment originale, une série de conférences faites par des savants et des techniciens américains et étrangers; j'avais eu l'honneur d'être invité à faire l'une de ces conférences. Cette partie du programme avait été organisée avec une ampleur toute américaine; les conférences étaient au nombre de quarante. Il aurait été impraticable de les mettre en série dans le temps, sous peine de prolonger beaucoup trop la durée des fêtes; aussi, les avait-on disposées en série-parallèle. Cinq conférences avaient lieu en même temps dans cinq salles différentes, et le programme a pu être épuisé en trois jours. Parmi les orateurs se trouvaient quelques-uns des pionniers de l'industrie électrique ou mécanique, et un certain nombre de physiciens illustres des deux continents.

A l'occasion de son Centenaire, l'Institut Franklin inaugurait un laboratoire de recherches, pour la fondation et l'entretien duquel un habitant de Philadelphie a légué une somme très importante. L'inauguration était, d'ailleurs, simplement symbolique, car le legs était trop récent pour que le laboratoire ait eu le temps d'être organisé; mais on peut être certain que l'on y travaillera avant peu. Et cela m'amène à vous dire un mot de la recherche scientifique et industrielle dans les laboratoires américains dont j'ai pu de nouveau visiter quelques-uns. J'ai été frappé du développement

Digitized by Google

qu'ils ont pris. Laboratoires de quelques grandes Compagnies comme la Western electric Company, la General electric Company, la Eastman Kodak Company, laboratoires d'Etat comme le Bureau of Standards de Washington; enfin laboratoires des établissements d'enseignement, tous deviennent des centres de recherches où l'on dispose d'immenses ressources et où travaillent des hommes de premier ordre. Ce qui m'a paru surtout nouveau et intéressant, c'est le développement de la recherche dans les écoles techniques, plus ou moins analogues à notre Ecole centrale des Arts et Manufactures ou même à nos Ecoles d'Arts et Métiers; la plupart de ces Ecoles s'efforcent d'établir chez elles des laboratoires de recherches, et d'y conserver, après la fin de leurs études régulières, quelques-uns de leurs meilleurs élèves comme « étudiants gradués » pendant quelques années. Le travail scientifique ainsi fait ne conduit peut-être pas toujours à des découvertes sensationnelles, mais ceux qui le font en retirent certainement un grand profit. De plus, l'enseignement, dans un établissement où l'on fait de la recherche, risque moins de s'enliser dans la banalité.

Je pense que cette tendance mérite d'être prise en considération par nos écoles techniques.

Digitized by Google

QUELQUES APPLICATIONS DE TELEMÉCANIQUE

par M. CHAUVEAU.

Le conférencier expose les systèmes de commande à distance des relais de télégraphie sans fil par lampe triode et par relais pour les transmissions à grande vitesse ; par lampe triode et par galvanomètre pour les transmissions manuelles à vitesse réduite. Il expose comment il sélectionne les signaux reçus : par minuterie dans les transmissions à deux postes ; par sélecteur d'appel dans les transmissions à plusieurs postes ; comment il identifie le poste émetteur, soit par un indicateur, soit par un cadran d'appel. Il décrit enfin le système Passaquin complété et mis au point par la Section marine de la Direction des Inventions pour la transmission et la réception du signal de détresse des navires en perdition.

I. SYSTÈMES DE COMMANDE DE RELAIS A DISTANCE PAR TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.

Il existe actuellement différents moyens pour commander à distance un relais électrique par télégraphie sans fil.

a) *Lampe triode et relais pour transmissions à grande vitesse.* — Le procédé le plus classique consiste à placer à la suite du récepteur de télégraphie sans fil une triode montée en détectrice basse fréquence dans le circuit plaque de laquelle est intercalé un relais de résistance assez élevée (Baudot de plusieurs milliers d'ohms par exemple).

Toutefois, avec un tel montage, étant donné le fait que le circuit plaque de la triode est le siège d'un courant permanent de l'ordre de 2 milliampères, il est nécessaire, pour rétablir l'équilibre du relais, d'annuler le flux dû à ce courant permanent par un flux inverse et de même grandeur ; le relais est muni à cet effet d'un second enroulement parcouru par un courant convenablement réglé.

Ce montage est généralement employé pour la réception des radiotélégrammes transmis automatiquement à grande vitesse et reçus sur imprimeuses Creed ou autres.

b) *Lampe triode et galvanomètre pour transmissions manuelles.* — Lorsqu'il s'agit de recevoir des signaux transmis manuellement,

Digitized by Google

c'est-à-dire à petite vitesse, on peut utiliser comme relais un appareil plus simple.

Le relais radiotélégraphique est alors constitué par un galvanomètre à cadre, un milliampèremètre, par exemple, placé dans le circuit plaque de la lampe détectrice de basse fréquence.

Ce milliampèremètre est du type amplifié et donne sa déviation totale pour un courant compris entre 1,5 milliampère et 2 milliampères, c'est-à-dire que son spiral est réglé pour que le cadre reste à sa position de repos tant qu'il n'est pas parcouru par un courant supérieur à 1,5 milliampère. On sait que le courant permanent de la plaque d'une triode montée normalement est de l'ordre de 2 milliampères et que la réception des signaux radiotélégraphiques se traduit par une diminution du courant permanent; notre milliampèremètre pourra donc être utilisé comme relais, s'il est muni d'un contact convenablement disposé.

Ce relais est beaucoup plus simple que le précédent, puisqu'il ne comporte pas d'enroulement de compensation et qu'il ne nécessite aucun réglage; il ne se prête évidemment pas, étant donné son inertie, à la réception des signaux transmis à grande vitesse, mais il est amplement suffisant pour la réception de signaux transmis à la cadence manuelle courante, signaux de l'ordre du dixième de seconde.

Nous voilà donc munis d'un dispositif permettant de fermer à distance un contact à l'aide de signaux de télégraphie sans fil, c'est-à-dire de télémécanique tout à fait élémentaire.

Evidemment, une telle installation sera bien précaire puisqu'elle pourra être influencée par tous les signaux et les nombreux parasites atteignant le récepteur, bien que ce dernier, accordé sur la longueur d'onde de transmission, puisse être très syntonisé.

Je vais indiquer quelques moyens de rendre sélectif un tel système et vous parler plus particulièrement du problème de l'appel en télégraphie sans fil qui, comme vous le savez, fut une des questions à l'ordre du jour de notre Société.

II. Sélection des signaux reçus.

a) *Transmission entre deux postes.* — Prenons d'abord le cas le plus simple de deux postes radiotéléphoniques assurant une liaison sans veille permanente. En munissant leur récepteur d'un relais radioélectrique, tel que celui décrit précédemment, on ob-

Digitized by Google

tiendra une sélection suffisante pour l'appel en utilisant le contact de ce relais pour commander un relais à retard, une minuterie par exemple, cette minuterie étant utilisée pour fermer le circuit d'une sonnerie à la fin de sa course. Dans ces conditions, l'appel ne sera déclenché qu'après une émission prolongée du poste appelant.

Il est même possible ainsi, dans une certaine limite toutefois, d'utiliser ce dispositif comme sélecteur d'appel pour plus de deux postes en utilisant des minuteries réglées pour des temps différents, chacune d'elles correspondant à un poste déterminé.

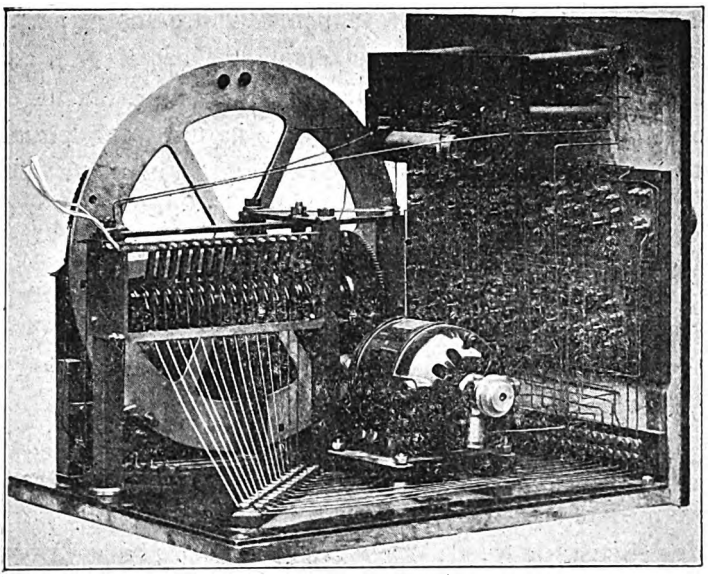


Fig. 1. — Transmetteur automatique de détresse. Vue intérieure, montrant la roue principale portant les épaulements SOS et l'arbre des cames de chiffre.

Il est facile de disposer la minuterie de telle sorte qu'elle revienne à son point de départ chaque fois que le signal est interrompu; or, les parasites comme les signaux de télégraphie sans fil étant de courte durée et l'appel n'étant déclenché que pour un signal de longue durée (10 secondes par exemple), l'ensemble sera suffisamment sélectif pour assurer un service convenable.

b) *Transmission entre plusieurs postes; sélecteur d'appel.* — Lorsqu'un réseau radiotélégraphique comporte plusieurs postes, comme c'est généralement le cas pour les installations des réseaux

Digitized by Google

de distribution d'énergie électrique, il faut, pour sélectionner l'appel, avoir recours à des dispositifs un peu plus complexes.

Dans la pratique courante, les postes sont désignés par quelques lettres qui constituent leur indicatif d'appel. Par exemple, le poste du paquebot *France* a, comme indicatif, F T Z, celui du paquebot *La Lorraine* comme indicatif F T L. Lorsque ce dernier désire appeler la *France*, il lui suffit de transmettre par télégraphie sans fil en code Morse le signal F T Z de F T L.

Nous avons pensé qu'il était possible d'appliquer à l'appel automatique le même procédé et nous avons réalisé, à cet effet, dans les laboratoires de la Société française radioélectrique, un appareil répondant à ce but : c'est le sélecteur d'appel.

Le sélecteur d'appel est un appareil destiné à mettre en action une sonnerie, lors de la réception d'un signal pour lequel il a été préalablement réglé ; ce signal est constitué par une lettre quelconque du code Morse, c'est-à-dire par une combinaison de points et de traits.

Le sélecteur d'appel est placé sous le contrôle du relais de télégraphie sans fil. Il doit par conséquent examiner en quelque sorte tous les signaux reçus, rejeter les mauvais et faire déclencher la sonnerie lors de la réception du bon signal.

A cet effet, l'appareil est muni de deux jeux d'organes, l'un d'eux servant à déterminer la nature du signe reçu, point ou trait, au moment de son arrivée; le second contrôlant l'ordre d'arrivée des signes, de telle sorte que si les signes reçus forment bien le signal pour lequel l'appareil est réglé, le circuit de la sonnerie soit fermé.

La détermination de la nature des signes reçus se fait de la façon suivante : le contact du relais de télégraphie sans fil commande un circuit dans lequel sont placés deux relais; l'un d'eux est du type ordinaire, c'est-à-dire qu'il peut suivre tous les signaux reçus; le second, au contraire, est un relais différé, c'est-à-dire à action retardée; celle-ci ne se produisant qu'après un certain temps d'excitation.

Ce dernier relais est réglé de telle sorte qu'il est sans action lors de la réception des signaux brefs ou points tandis qu'il agit lors de la réception des traits.

Par conséquent, lors de la réception d'un point le relais ordinaire fonctionne seul, tandis que lors de la réception d'un trait

Digitized by Google

les deux relais entrent en action ; ils sont munis de contacts convenablement disposés pour mettre sous courant, dans le premier cas, une certaine ligne, dite ligne de points, et dans le deuxième cas une autre ligne, dite ligne de traits.

Voici donc une première sélection obtenue, les points étant en quelque sorte aiguillés sur une ligne et les traits sur une autre ligne; voyons maintenant comment s'effectue le contrôle d'arrivée

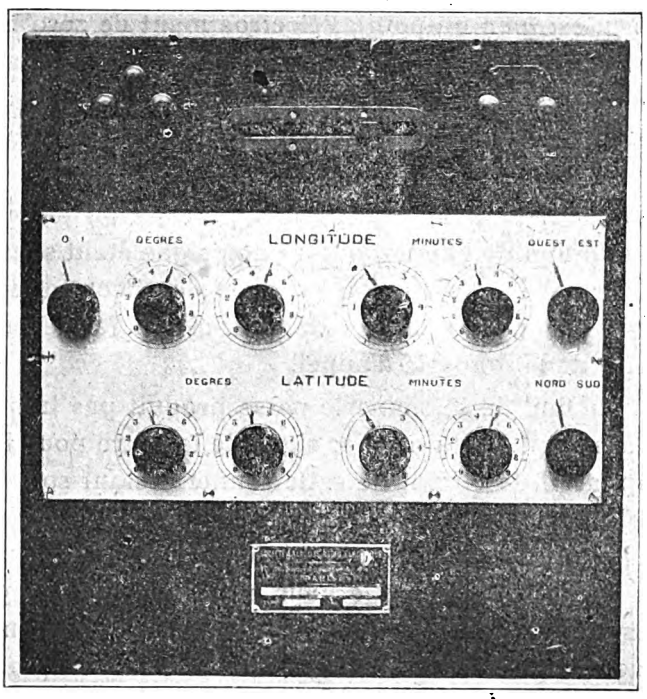


Fig. 3. — Sélecteur SOS (système Chauveau).

des signes en supposant qu'il s'agisse de sélectionner une lettre de quatre signes : B, C, etc...

Quatre relais de signe sont disposés en cascade de façon à être excités successivement par les fermetures du contact de relais de télégraphie sans fil; le premier sera excité lors de la réception du premier signe, le second lors de la réception du deuxième signe et ainsi de suite ; c'est encore là un montage courant en téléphonie automatique, et je n'entrerai pas dans les détails des circuits, ce qui m'entraînerait à un trop long exposé.

Ces relais portent des tâteurs qui, lors de leur fonctionnement,

Digitized by Google

mettent en contact, soit avec la ligne de points, soit avec la ligne de traits, l'entrée d'un électroaimant de remise à zéro, dont le rôle consiste à couper l'alimentation de l'appareil dès qu'un mauvais signe est reçu.

Pour recevoir une lettre déterminée il suffit par conséquent d'établir convenablement les connexions entre les tâteurs et les lignes de points et de traits. Par exemple, si le premier signe à recevoir est un point, on réunira son tâteur à la ligne de traits; si le signe reçu est bien un point, l'électroaimant de zéro ne fonctionne pas et l'électroaimant de deuxième signe peut agir au signe suivant, tandis que si le signe reçu est un trait, c'est-à-dire s'il est mauvais, l'électroaimant de zéro fonctionne et met l'appareil au repos.

En un mot, tout mauvais signe provoque l'action du zéro qui coupe l'alimentation de l'appareil, tout bon signe étant sans action sur le zéro permet la progression normale des électroaimants de signes jusqu'à l'action du dernier de ceux-ci qui ferme partiellement le circuit de la sonnerie d'appel.

Toutefois, l'action de la sonnerie ne se produit pas immédiatement après la réception du dernier signe de la lettre pour laquelle est réglé l'appareil, le circuit de cette sonnerie étant sous le contrôle d'un relais différé également commandé par le relais de télégraphie sans fil. Ce relais différé est disposé pour agir pendant les silences; il est réglé pour entrer en action après un silence suffisamment long et légèrement supérieur au silence normal entre deux signes d'une même lettre. De cette façon il faut un temps de silence assez long après la réception de la lettre pour que l'appel soit déclenché; si ce silence n'est pas observé, l'électroaimant de zéro entre en action. Il en résulte qu'un sélecteur réglé sur une lettre de quatre signes ne peut pas être déclenché par un signal de cinq signes commençant par la lettre caractéristique.

De même pour éviter qu'un sélecteur réglé sur une lettre de quatre signes soit déclenché par deux lettres de deux signes formant la lettre caractéristique, le relais différé de silence commande l'électroaimant de zéro dès que la durée du silence entre deux signes est supérieure au temps normal.

Il résulte de cet exposé que seul le signal caractéristique correspondant à la combinaison du sélecteur pourra provoquer l'ap-

Digitized by Google

pel. Tous les autres signaux, quels qu'ils soient, seront sans effet. (Le conférencier fait fonctionner le sélecteur seul).

III. Identification d'un poste emetteur.

a) *Indicateur d'appel.* — Mais dans une installation radiotéléphonique de même que dans une installation téléphonique, il ne suffit pas d'être appelé : il est encore souvent nécessaire de savoir d'où provient l'appel quand le réseau comporte plusieurs postes.

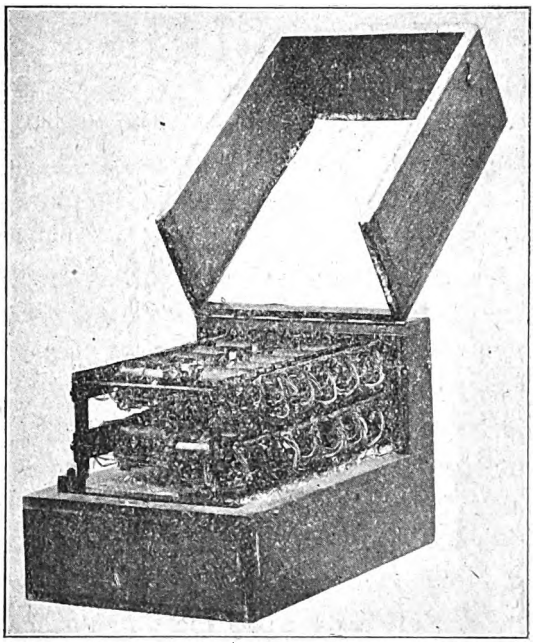


Fig. 2. — Transmetteur automatique de détresse. Panneau de position.

Nous avons également mis au point dans les laboratoires de la Société française radioélectrique un appareil répondant à ce but; c'est l'indicateur d'appel.

Cet indicateur répond également à des lettres du code Morse, mais alors que par le sélecteur une seule lettre est enregistrée, l'indicateur comporte un tableau de lampes, chacune de celles-ci correspond à une lettre déterminée et s'allume quand cette lettre est reçue.

Comme le sélecteur, l'indicateur comprend la combinaison d'un

Digitized by Google

relais ordinaire et d'un relais différé permettant de mettre sous courant, soit la ligne de points, soit la ligne de traits.

Il nous reste donc à voir comment se fait le contrôle de l'ordre d'arrivée des signes. Nous allons pour cela supposer qu'il est destiné aux postes d'un réseau comportant huit stations caractérisées par les lettres de 3 signes : S U D K W R O G.

L'indicateur comprend 3 groupes d'électroaimants ; chacun d'eux correspond à l'un des signes de la lettre à recevoir; chaque groupe est formé d'un électroaimant de points, d'un électroaimant de traits et d'un électroaimant permutateur. Tous les électroaimants de points sont réunis à la ligne de points, tous les électroaimants de traits sont réunis à la ligne de traits.

Lorsque l'appareil est au repos, seul le groupe d'électroaimants de premier signe peut être excité étant réuni d'une part à un pôle de la batterie et pouvant être réuni à l'autre pôle lors de la mise sous courant de la ligne de points ou de la ligne de traits : suivant le signe reçu, l'électroaimant de points ou celui de traits du premier signe fonctionne; il reste excité jusqu'à la fin de la réception de la lettre.

Au début de la réception du second signe, grâce à l'action de l'électroaimant permutateur du premier signe, le groupe d'électroaimants du deuxième signe est réuni à un pôle de la batterie ; il est réuni à l'autre pôle lors de la mise sous courant de la ligne de points ou de la ligne de traits et suivant le signe reçu, l'électroaimant de points ou celui de traits du deuxième signe fonctionne et reste excité jusqu'à la fin de la réception de la lettre.

Au début de la réception du troisième signe, grâce à l'action de l'électroaimant permutateur du deuxième signe, le groupe d'électroaimant du troisième signe est réuni à un pôle de la batterie; il est réuni à l'autre pôle lors de la mise sous courant de la ligne de points ou de la ligne de traits et suivant le signe reçu l'électroaimant de points ou celui de traits du troisième signe fonctionne et reste excité.

Il résulte de l'exposé ci-dessus, qu'après la réception d'une lettre, les électroaimants de points et de traits qui ont été excités pendant cette réception représentant exactement la combinaison de signes formant cette lettre, les électroaimants commandent par leurs contacts les circuits des différentes lampes de telle sorte que seule la lampe correspondant aux signes reçus peut être allumée.

Digitized by Google

Toutefois, l'allumage de la lampe ne se produit pas immédiatement après la réception du dernier signe de la lettre reçue, le circuit des lampes étant sous le contrôle d'un relais différé, qui est réglé pour un temps supérieur au temps normal de silence entre deux signes d'une même lettre; de cette façon, il faut un temps de silence suffisamment long à la fin de la lettre pour que la lampe s'allume, ceci afin que le signal ne soit pas déclenché par la première partie d'une lettre comportant plus de signes que les lettres pour lesquelles l'appareil est établi. Par exemple, pour que la lampe S (...) ne s'allume pas sous l'action de la lettre V (...—).

Une sonnerie est disposée de façon à sonner dès qu'une lampe s'allume.

L'indicateur d'appel sera placé à la suite du sélecteur. L'appel se fera alors comme dans la pratique courante, le poste appelant émettant la lettre caractéristique du poste appelé suivi de sa propre lettre. Par exemple, le poste S pour appeler le poste V émettra les lettres V S. Seul le sélecteur du poste V entrera en action et fera passer son indicateur sous le contrôle du relais de télégraphie sans fil; la lettre S sera alors enregistrée par l'indicateur; par conséquent au poste V, la sonnerie sera déclenchée et la lampe S s'allumera; les autres postes du réseau ne seront pas dérangés, puisque leur sélecteur ne répondra pas à la lettre V.

b) *Cadran d'appel.* — Evidemment, le sélecteur comme l'indicateur obéissent pour des lettres correctement manipulées à une certaine cadence; or, les usagers des postes radiotéléphoniques ne connaissent pas obligatoirement le code Morse; pour permettre une émission correcte des signaux, nous avons constitué un cadran d'appel qui se substitue au manipulateur de télégraphie sans fil et permet à n'importe qui de transmettre convenablement les signaux.

Cet appareil constitué à la manière des cadrans de téléphone automatique comprend un axe entraîné par un ressort qui peut être armé à la main. Quand le ressort est lâché après l'armement, l'axe tourne et sa vitesse est réglée par un régulateur.

L'axe peut recevoir des disques portant des épaulements correspondant aux lettres. Ces épaulements ferment le contact manipulateur pendant la rotation de retour.

(Le conférencier fait fonctionner le sélecteur et l'indicateur d'appel.)

Digitized by Google

IV. Transmission et reception des signaux de detresse des navires.

Avant de terminer cet exposé, je voudrais vous dire quelques mots d'une question qui est intimement liée aux appareils qui viennent de vous être présentés; c'est celle de la transmission et de la réception des signaux radiotélégraphiques de détresse des navires en perdition.

Le signal de détresse est réglementairement composé de la manière suivante : Le signal S O S répété trois fois, la position du navire (latitude et longitude) et l'indicatif d'appel.

N'est-il pas possible de transmettre automatiquement un tel signal ?

En 1917, un jeune homme, M. Passaquin, élève du lycée de Saint-Lô, écrivit à la Direction des Inventions qui s'occupait alors de recherches scientifiques pour la défense nationale, une lettre lui proposant une idée pour la solution de ce problème ; on était alors à la période la plus intense de la guerre sous-marine ; aussi l'idée du jeune élève du lycée de Saint-Lô fut-elle prise immédiatement en considération.

M. Passaquin proposait d'entraîner une grande roue par un petit moteur mécanique, cette roue portant sur sa jante des épaulements représentant les points et les traits du signal S O S, répété trois fois, ainsi que ceux de l'indicatif d'appel du navire. Ces épaulements étaient utilisés pour fermer un contact commandant l'émission du poste de télégraphie sans fil.

Pour compléter le signal par la position en latitude et longitude, M. Passaquin proposait de munir sa roue d'un certain nombre de trous, dans lesquelles on aurait pu placer des chevilles à tête plus ou moins longue représentant les points et les traits. Il aurait été ainsi possible de composer le signal d'une manière analogue à la composition des textes d'imprimerie.

Ce procédé très simple était évidemment peu pratique si on veut bien songer que la position comporte une cinquantaine de signes Morse sans compter les espaces qui sont également variables ; le travail n'aurait pu être exécuté que par une personne connaissant le Code Morse et aurait demandé un temps assez important dont on ne dispose malheureusement pas toujours à bord d'un navire en détresse.

La Section marine de la Direction des Inventions, qui comptait

Digitized by Google

parmi ses membres notre distingué président, M. le professeur Broca, comprenant l'importance du problème, chercha à rendre pratique l'idée du jeune Passaquin.

Elle conserva la roue portant les épaulements S O S et l'indicatif d'appel, mais elle remplaça les trous destinés à recevoir les points et traits de position par un distributeur. A cet effet, aussitôt après le signal S O S, la roue porte un épaulement qui vient fermer successivement onze contacts.

Ces onze contacts représentent dans leur ordre successif : degrés et minutes de latitude, indication nord ou sud, degrés et minutes de longitude, indication ouest ou est. Ces contacts sont respectivement reliés à 11 manettes.

Chacune de ces manettes correspondant aux degrés et minutes

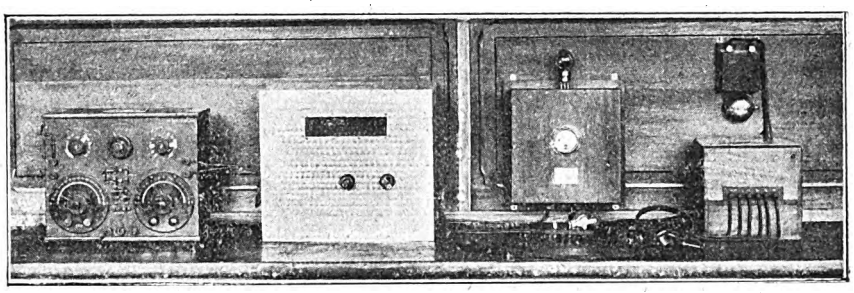


Fig. 4. — Ensemble récepteur sélecteur SOS (système Chauveau). De gauche à droite : récepteur de T.S.F., amplificateur, relais, sélecteur SOS.

peut être déplacée devant 10 plots numérotés de 0 à 9. La manette nord-sud peut être déplacée devant deux plots N ou S, la manette est-ouest devant les plots E ou W.

Une des deux bornes du manipulateur du poste de télégraphie sans fil est réunie au contact du distributeur; pendant le déplacement de la roue, ces contacts sont fermés successivement, par conséquent la borne du manipulateur est reliée successivement à chacune des manettes au fur et à mesure de la rotation de la roue.

L'autre borne du manipulateur est réunie à une série de 14 cames montées sur un arbre entraîné continuellement par le moteur de la roue principale.

Dix de ces cames portent chacune des épaulements correspondant à un des chiffres 0 à 9 en code Morse. Les quatre autres cames portent chacune les épaulements d'une lettre N, S, E ou W.

Digitized by Google

Or, nous avons vu que les manettes de chiffre se déplaçaient chacune devant 10 plots numérotés de 0 à 9. Il a suffi de réunir tous les plots numérotés 0 au contact de la came 0, tous les plots au contact de la came 1, etc... pour qu'au moment de la fermeture d'un des contacts du distributeur, le chiffre sur lequel a été placée la manette correspondant à ce contact soit transmis.

Lors de la fermeture du cinquième contact de distributeur, la lettre N ou la lettre S sera transmise suivant que la manette correspondante aura été mise sur nord ou sud. De même lors de la fermeture du dernier contact, la lettre E ou W sera transmise suivant la position de la manette correspondante.

Evidemment pour obtenir un signal correct l'appareil est disposé mécaniquement pour que le temps de fermeture de chacun des contacts du distributeur soit égal à un tour de l'arbre portant les cames de chiffres et de lettres.

En outre les cames ont été calées sur leur arbre pour que le commencement de chaque chiffre corresponde au début de la fermeture de chaque contact du distributeur.

La manœuvre d'un tel appareil devient excessivement simple ; il suffit à n'importe qui de placer les manettes sur les positions correspondant à la latitude et à la longitude du navire et de fermer un interrupteur pour que le signal de détresse soit transmis correctement, en admettant naturellement que la mise en route du poste, soit automatique, ce qui n'offre aucune difficulté technique.

Dans la pratique courante, il suffira à l'officier de quart d'inscrire son point toutes les heures par exemple pour que le tableau de position soit toujours prêt et qu'il n'y ait qu'à fermer l'interrupteur.

Vous voyez quels précieux services un tel appareil est appelé à rendre à la navigation. Plus d'erreur ni de retard dans la transmission, même en l'absence de l'opérateur, le signal S O S est lancé, le bateau peut être abandonné ; il n'en continue pas moins à jeter son appel de détresse tant que l'alimentation de son poste est assurée.

Non seulement les navires actuellement munis de la télégraphie sans fil peuvent en faire usage ; mais ceux qui ne l'ont pas encore pourront avoir dans un but de sécurité un petit poste de secours autonome, alimenté par un de ces moteurs à essence rustiques et

Digitized by Google

robustes comme on en peut voir actuellement dans toutes nos campagnes employés pour les travaux des fermes et qui marchent la plupart du temps sans aucun entretien.

Au moment du sinistre, il suffira de mettre en route ce moteur qui alimentera le poste et son manipulateur automatique pour que le navire ne soit plus un isolé en mer et qu'il puisse recevoir du secours.

Ce signal de détresse sera reçu par tous les opérateurs en écoute, malheureusement il ne sera pas reçu par tous les navires susceptibles de le faire, car beaucoup d'entre eux n'ont qu'un seul opérateur. A leur bord l'écoute n'est pas permanente, elle a lieu quelques heures par jour. Ces navires sont beaucoup plus nombreux que ceux disposant d'un personnel suffisant pour assurer la veille continue. On conçoit aisément qu'un appareil susceptible de prévenir du passage d'un signal de détresse pendant l'absence de l'opérateur puisse augmenter sensiblement les chances de secours pour le navire en détresse.

Or le sélecteur d'appel dont je vous ai parlé au début de cette conférence peut parfaitement être disposé pour répondre au signal S O S qui, comme vous le savez sans doute, se compose de neuf signes, trois points, trois traits et trois points. Pour la sélection de ce signal, il suffit de disposer convenablement un sélecteur comportant neuf électroaimants de signe. Ce sélecteur actionnera une sonnerie d'alarme dès la réception du signal S O S.

Nous avons réalisé ainsi un sélecteur S O S ; toutefois, étant donné le fait que le signal S O S comportant neuf signes est par lui-même plus sélectif qu'un signal de quatre signes, il nous a été possible d'étendre dans le temps la plage d'action de l'appareil et de lui donner ainsi plus de souplesse.

Deux sélecteurs S O S ont été expérimentés par le laboratoire des centres d'études de la Marine à l'Arsenal de Toulon ; ces appareils ont été déclenchés aussi bien par un signal S O S d'une durée de deux secondes et demie que par un même signal d'une durée de 5 secondes ; ce qui encadre à peu près la vitesse manuelle de manipulation des opérateurs de télégraphie sans fil.

Des sélecteurs du même genre ont été expérimentés pendant plusieurs jours sur les paquebots « Chanzy » et « Timgad » de la Compagnie générale transatlantique ; au cours des nombreux essais, la sonnerie d'alarme a toujours été déclenchée par le signal

Digitized by Google

S O S sur lequel était réglé le sélecteur, chaque essai étant d'une durée maximum d'une minute. Les portées atteintes en utilisant les postes normaux de ces navires ont été de l'ordre de 200 milles marins et cela malgré les brouillages intenses dus à la navigation en Méditerranée. Au cours d'essais faits au Havre, le petit vapeur « Suzanne et Marie » qui, pour des raisons locales utilisait un poste de secours de très faible puissance, a pu actionner parfaitement les appareils à une distance de 70 milles.

On peut donc dire que l'ensemble récepteur avec sélecteur S O S peut parfaitement remplacer pendant son absence l'opérateur du navire pour assurer la veille des signaux de détresse. C'est à dire que la plupart des postes de bord qui écoutent actuellement pendant 8 heures par jour pourront assurer 24 heures de veille. (Le conférencier fait fonctionner les appareils de transmision et de réception des signaux S O S.)

Vous voyez qu'à côté du rôle de guerre dans lequel elle semblait devoir se cantonner, la télémécanique peut aussi avoir un rôle de paix, l'émetteur automatique et le sélecteur de détresse qui viennent de vous être présentés étant à même d'augmenter considérablement les moyens dont disposent nos marins pour la sauvegarde de la vie humaine en mer.

Digitized by Google

COMPTE RENDU DES FÊTES DU CENTENAIRE DU RENSSELAER POLYTECHNIC INSTITUTE

par M. ABRAHAM.

Dans le compte rendu qu'il vient de nous faire, M. Fabry a omis de vous dire qu'il avait été nommé docteur honoris causa de l'Université de Philadelphie; je dois ajouter que le Rensselaer Polytecnic Institute m'a fait le même honneur aux fêtes de son Centenaire.

Le Rensselaer Polytechnic Institute est une très grande école d'ingénieurs aux Etats-Unis.

En 1824 y fut fondée la première école à la fois technique et scientifique qui forma dès la première année 8 ingénieurs. Il en sort maintenant environ 250 par an, avec une formation qui correspond d'une manière très étroite à celle de notre Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

C'est une école extrêmement importante, comme vous en pourrez juger par les documents que je remets au Bureau sur l'installation des laboratoires et des établissements; j'y ai joint l'annuaire de l'Ecole et le recueil des photographies des grands travaux exécutés aux Etats-Unis avec la participation des anciens élèves du Rensselaer.

La célébration du Centenaire ne comportait pas de conférences scientifiques; les fêtes avaient surtout un caractère commémoratif et artistique.

L'organisation, très soignée, était un véritable modèle ; vos délégués ont été admirablement reçus et nous étions nous-mêmes les hôtes personnels du Président de l'Institut, M. Palmer-C. Ricketts.

Troy, où se trouve le Rensselaer Polytechnic Institute, est une ville de 75 000 habitants. L'Institut est situé sur une colline derrière la ville et comprend sur un énorme espace un grand nombre de bâtiments, avec terrain de jeu, théâtre de plein air pourvus d'installations techniques très intéressantes et très complètes.

Au début des fêtes, le vendredi 3 octobre, un cortège formé par les membres du Conseil d'administration et les délégués revêtus de leurs costumes et de leurs insignes se déroula, devant toute

Digitized by Google

la population assemblée, dans la ville pavoisée aux couleurs des Etats-Unis.

Le Ministre du Commerce, M. Herbert-C. Hoover, parla d'abord au nom du Gouvernement des Etats-Unis; d'autres discours furent faits par le Président de l'Université de l'Etat de New-York, par le maire de la ville de Troy, par Sir Charles-L. Morgan, Président de l'Institution des Ingénieurs civils de la Grande-Bretagne, par le sénateur Luigi Luiggi, Président des Ingénieurs civils d'Italie, par M. Arthur Surveyer, Président de l'Institut des Ingénieurs du Canada, et par M. Palmer-C. Ricketts, Président du Rensselaer Polytechnic Institute.

J'ai eu l'honneur dans cette même séance de parler au nom de notre Pays en remettant au Président une adresse au nom de la Société française des Electriciens, ainsi que celles que j'avais été chargé de transmettre au nom de l'Université de Paris, de la Société des Ingénieurs civils de France, de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes. Le texte de l'adresse remise au nom de notre Société était le suivant :

« A l'occasion des fêtes du Centenaire de votre Institut, la Société française des Electriciens désire vous apporter ici le témoignage de son admiration pour l'œuvre matérielle et morale que vous avez accomplie depuis un siècle.

» De toutes les parties du monde, les jeunes étudiants sont venus à vous pour apprendre le secret de faire grand en faisant bien.

» Le recueil où vous avez réuni, comme en un livre d'or, les photographies des travaux exécutés par vos anciens élèves, montre à tous que, pour porter de si beaux fruits, l'arbre que vos anciens ont planté et que vous avez cultivé avec amour est de la meilleure souche.

» Un des sujets de notre admiration constante pour votre grand pays est la générosité avec laquelle des mains pieuses élèvent, en mémoire d'un cher disparu, de splendides laboratoires, geste magnifique qui, pour perpétuer un souvenir aimé, sème à pleines mains, dans de jeunes intelligences, la graine inestimable du savoir. Chez nous, ceux qui pleurent nos héros tombés à côté des vôtres et ne peuvent sur leur tombe que planter une croix ou déposer une couronne, savent pourtant que, dans les laboratoires

Digitized by Google

de France, la flamme de la science continue de brûler. Puisse-t-il en jaillir quelque lueur nouvelle dont vous ferez sortir des réalisations magnifiques. Ainsi se perpétuera entre nos deux peuples une collaboration de plus en plus féconde pour le bien général de l'humanité. »

Le Gouvernement français a tenu à s'associer à la Célébration du Centenaire du Rensselaer Polytechnic Institute en conférant la dignité de Commandeur de la Légion d'Honneur à son éminent Président, M. Palmer-C. Ricketts.

Digitized by Google

Digitized by Google

SUR LES THÉORIES DU FERROMAGNÉTISME (1)

par M. P. DEJEAN.

L'auteur expose que la recherche d'un dispositif permettant d'enregistrer les anomalies magnétiques des aciers au cours de leur échauffement l'a conduit à relever des courbes d'intensité d'aimantation qui s'écartaient beaucoup de celles données par Curie, lorsque les longueurs des échantillons étaient très différentes de celles sur lesquelles ce dernier avait opéré. Amené ainsi à étudier la théorie du ferromagnétisme, il rappelle la différence d'allure des courbes correspondant respectivement aux corps ferromagnétiques et paramagnétiques. Il attribue cette différence à l'action sur les barreaux aimantés du champ démagnétisant des pôles, et il reproduit des courbes d'aimantation confirmant cette manière de voir. Il admet l'hypothèse que les corps paramagnétiques seraient formés d'aimants élémentaires à grand champ démagnétisant, tandis que pour les corps ferromagnétiques ces éléments seraient groupés de manière à annuler leur champ démagnétisant individuel. Les expériences qu'il relate ont confirmé cette manière de voir qu'il rapproche de la théorie du champ moléculaire de P. Weiss. En introduisant dans le calcul de l'induction la valeur du champ démagnétisant, il trouve une valeur très voisine de celle du champ extérieur dans les corps paramagnétiques et la formule même de l'induction dans les corps ferromagnétiques, ce qui justifie, tout au moins provisoirement, l'adoption de son hypothèse.

Je m'étais proposé, à l'origine de cette étude, de trouver un dispositif permettant d'enregistrer les anomalies magnétiques des aciers portés à haute température, avec autant de facilité qu'on étudie dans les mêmes conditions leurs anomalies thermiques.

Au point de vue purement industriel, il est intéressant de pouvoir retrouver parmi les anomalies thermiques d'un acier celle qui correspond à la transformation magnétique (point A_2). Tel fut le but poursuivi.

La méthode d'enregistrement que j'avais alors réalisée, ainsi que les premiers résultats obtenus, ont été donnés dans une étude parue dans le numéro de janvier 1914 du « Bulletin de la Société internationale des Electriciens ».

Dès les premiers essais, effectués avec des barreaux dont la longueur L était égale à environ 5 fois le diamètre D, j'ai été frappé de la différence d'allure qui existait entre les courbes d'intensité d'aimantation à champ constant que j'obtenais et celles qu'avait

(1) Communication présentée à la réunion de décembre 1924 du Groupe du Sud-Est.

Digitized by Google

données P. Curie. Cette intensité restait à peu près indépendante de la température jusqu'au voisinage du point critique, puis elle tombait alors brusquement à une valeur très faible. Ledeboer et Honda avaient trouvé des résultats analogues en opérant sur des échantillons courts. Pour retrouver l'allure des courbes de Curie, il me fallut étudier des échantillons ayant comme les siens une longueur égale à 60 fois le diamètre environ. J'ai même pu vérifier directement que la différence de forme des courbes était bien liée au rapport m des dimensions L et D en effectuant d'abord un essai sur un seul fil de fer assez long, puis, sur un faisceau de fils identiques. J'ai ainsi retrouvé les différences signalées plus

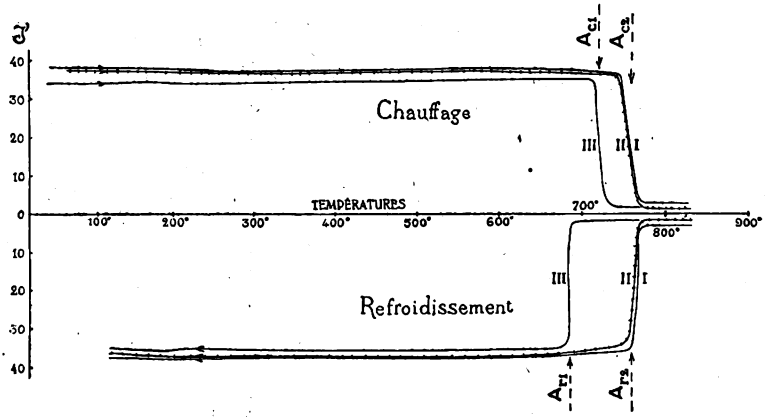


Fig. 1. — Variation de l'intensité d'aimantation apparente en fonction de la température pour des cylindres $\left(D=11{,}3 \text{ mm} ; L=56{,}5 \text{ mm} ; m=\frac{D}{L}=5\right)$ dans un champ de 20 gauss.

Courbe I, acier extra-doux ; courbe II, acier à 0,4 pour 100 de carbone ; courbe III, acier à 0,8 pour 100 de carbone.

Nota. — Pour la clarté de la figure, nous avons changé le signe des ordonnées des courbes de refroidissement.

haut. Le faisceau de fils se comportait comme un échantillon ayant un faible rapport m. Le métal était pourtant exactement le même dans les deux cas.

Une autre particularité très importante doit être également notée. Sur les échantillons courts, la chute brusque de l'intensité d'aimantation se produit seulement au point A_2 et est reversible comme lui-même, pour un acier ayant 0,4 pour 100 de carbone (figure 1, courbe II), alors qu'avec un échantillon long du même acier on note que la chute de l'aimantation se produit en deux stades (figure 2, courbe II). L'intensité diminue d'abord assez brus-

Digitized by Google

quement au point A_1, puis elle s'annule presque par une nouvelle baisse au point A_2.

Je rappellerai seulement pour mémoire ici la diminution relativement faible de l'intensité d'aimantation qui accompagne la transformation de la cémentite à 200° C.

Il était intéressant de chercher à expliquer les différences que je viens de noter; c'est pourquoi, abandonnant complètement le côté industriel de la question, j'ai été amené par la force des choses à l'envisager au point de vue purement théorique, et à

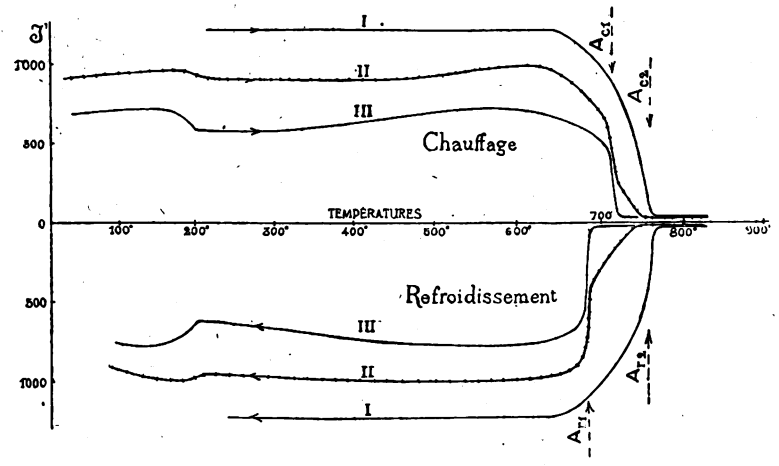


Fig. 2. — Variation de l'intensité d'aimantation apparente en fonction de la température pour des cylindres ($D=3$ mm ; $L=200$ mm; $m=\frac{L}{D}=66,6$) dans un champ de 20 gauss.

Courbe I, acier extra-doux ; courbe II, acier à 0,4 pour 100 de carbone ; courbe III, acier à 0,8 pour 100 de carbone.

Nota. — Pour la clarté de la figure, nous avons changé le signe des ordonnées des courbes de refroidissement.

entreprendre une nouvelle étude bien éloignée en apparence de la première.

Mais avant de passer à ces nouvelles recherches, il y a lieu d'insister un peu sur l'allure générale des variations de l'intensité d'aimantation en fonction de la température. Reportons-nous pour cela aux courbes dans lesquelles Curie résuma les résultats de son étude sur un échantillon de fer assez pur dont la longueur était égale à 60 fois le diamètre (fig. 3).

On voit que dans ces courbes, on peut considérer deux parties distinctes, particulièrement nettes si on est au voisinage de la

Digitized by Google

saturation (fig. 4). Dans la première, l'allure est à très peu de chose près celle qui a été déterminée par P. Weiss en se basant sur des considérations d'ordre purement théorique. La décroissance commence à se produire dès les températures les plus basses. D'abord, très lente, elle devient de plus en plus rapide lorsque la température s'élève. Il arrive même un moment où la chute est tellement brusque que la tangente à la courbe est sensiblement verticale. L'intersection de cette tangente avec l'axe des températures correspond à ce que l'on appelle le point de Curie. Puis il se produit un point d'inflexion qui sépare la première partie de la seconde. La courbe se redresse alors et prend une allure hyperbolique analogue à celle que l'on relève sur les corps paramagné-

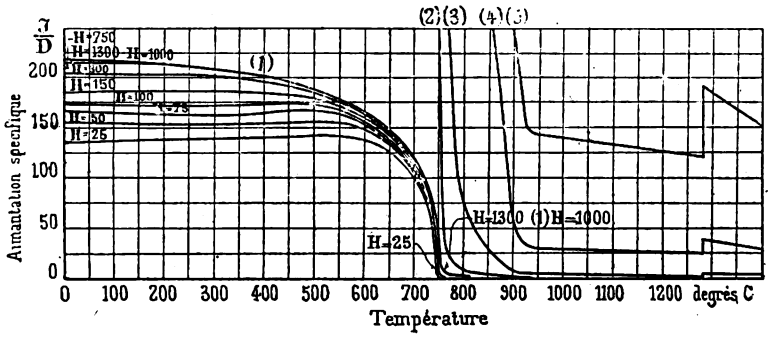


Fig. 3. — Courbes de P. Curie. Propriétés magnétiques des corps à diverses température, 1895.

tiques. Dans l'étude de ces derniers, toutefois, on substitue généralement la susceptibilité spécifique $\varkappa$ à l'intensité d'aimantation $\mathcal{J}$. A champ constant, ces deux quantités ne diffèrent que par un coefficient puisque :

$$\varkappa = \frac{\mathcal{J}}{\mathcal{H}D}.$$

Weiss a établi du reste qu'après le point de Curie Θ l'équation de la courbe de la susceptibilité en fonction de la température était :

$$\varkappa(T - \Theta) = C.$$

Pour les corps paramagnétiques ordinaires, Curie avait trouvé la loi : $\varkappa T = C$.

La seule différence entre un corps ferromagnétique au-dessus

Digitized by Google

du point de Curie, et un paramagnétique, réside donc dans ce fait que l'asymptote verticale de la courbe $f(\varkappa, T) = 0$ passe par le zéro absolu pour le dernier et par le point de Curie pour le premier. A part cela, ces corps ont de nombreuses caractéristiques communes parmi lesquelles il faut signaler la petitesse de leur susceptibilité.

Revenons maintenant aux courbes précédentes (fig. 1 et 2). Il paraît assez vraisemblable, comme je l'ai déjà signalé que les différences d'allure sont liées à la forme même des échantillons et, par conséquent, qu'elles sont dues à la réaction des pôles sur l'ai-

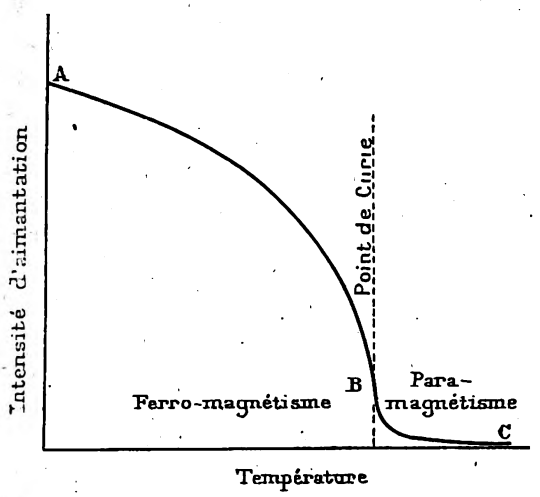


Fig. 4. — Variation de l'intensité d'aimantation à saturation d'un corps ferromagnétique en fonction de la température.

mantation des barreaux eux-mêmes; autrement dit, à l'action du champ démagnétisant des pôles.

Aussi mes recherches ont-elles porté d'abord sur l'étude de ce champ démagnétisant.

On sait qu'un barreau d'acier ou de fer doux, placé dans un champ magnétique constant, est soumis à l'action du champ extérieur ($\mathcal{H}_e$) d'une part, et à l'action démagnétisante des pôles d'autre part ($\mathcal{H}_d$), laquelle est du reste proportionnelle à l'intensité d'aimantation $\mathcal{J}$ du barreau. De sorte que le champ réellement agissant sur le barreau ($\mathcal{H}_a$) est :

$$\mathcal{H}_a = \mathcal{H}_e - \mathcal{H}_d = \mathcal{H}_e - N\mathcal{J}.$$

C'est en fonction de ce champ réellement agissant sur le barreau

Digitized by Google

$\mathcal{H}_a$ qu'on détermine son intensité d'aimantation réelle. Puisque

$$\mathcal{B} = \mathcal{H}_a + 4\pi \mathcal{J}.$$

on a donc :

$$\mathcal{J} = \frac{\mathcal{B} - \mathcal{H}_a}{4\pi}.$$

Mais il peut arriver qu'on ignore tout du champ démagnétisant de l'échantillon, et par conséquent du champ qui agit réellement sur lui. On est donc obligé dans ce cas de tout rapporter au champ extérieur $\mathcal{H}_e$ qui est alors le seul accessible à nos moyens d'investigation. On obtient ainsi une certaine quantité $\mathcal{J}'$ que nous appellerons intensité d'aimantation apparente.

$$\mathcal{J}' = \frac{\mathcal{B} - \mathcal{H}_e}{4\pi}.$$

Ces deux quantités $\mathcal{J}$ et $\mathcal{J}'$ sont reliées entre elles par la formule :

$$\mathcal{J} - \mathcal{J}' = \frac{4\pi}{4\pi - N}.$$

Ma première préoccupation a été de déterminer les valeurs de $\mathcal{J}$ et de $\mathcal{J}'$ en fonction du champ pour un anneau et une série de barreaux cylindriques ayant tous 20 mm de diamètre et des longueurs variant de 5 mm à 1 200 mm et dont la liste est donnée ci-dessous.

N° des échantillons	FORME ET DIMENSIONS	Valeur du rapport $\frac{L}{D} = m$
1	Anneau D = 180 mm ; d = 160 mm ; h = 30 mm	4
2	Cylindres : D = 20 mm ; L = 1 200 mm	60
3	» » = 400 mm	20
4	» » = 200 mm	10
5	» » = 100 mm	5
6	» » = 50 mm	2,5
7	» » = 20 mm	1
8	» » = 10 mm	0,5
9	» » = 5 mm	0,25

Tous ces échantillons étaient constitués par un même acier à 0,13 pour 100 de carbone et ils avaient subi rigoureusement le même traitement thermique (recuit après forgeage à 800° C avec refroidissement extrêmement lent).

La méthode utilisée pour la mesure de l'induction était la méthode de Rowland qui consiste à opérer par inversion de flux.

Digitized by Google

Pour l'anneau les deux enroulements primaire et secondaire étaient bobinés directement sur lui. Pour les barreaux, l'enroulement primaire était constitué par un gros solénoïde, d'une longueur de 2 mètres, d'un diamètre intérieur de 6 centimètres et comptant environ 30 spires par centimètre ; ce solénoïde que nous devons à la libéralité de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des inventions, nous permettait d'obtenir très facilement avec un courant de 56 ampères un champ de plus de 2 000 gauss (fig. 5).

L'enroulement secondaire était constitué par des bobines exploratrices très ramassées, enroulées avec un diamètre aussi voisin que possible de celui du barreau lui-même.

Mes résultats d'essais sont mis sous forme de courbes dans la

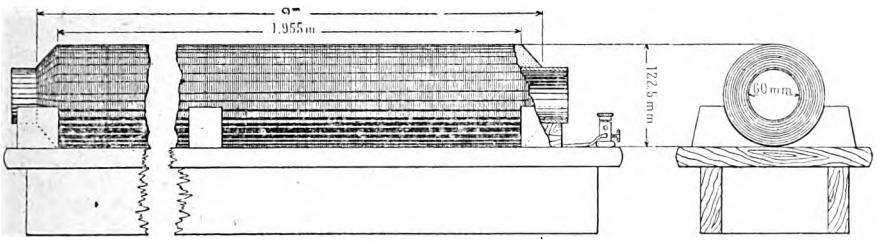


Fig. 5. — Solénoïde de 2 mètres de longueur.

figure 6. On y voit très nettement l'influence énorme du champ démagnétisant et il est facile de se rendre compte que, si on prenait brutalement, pour un échantillon très court, le quotient de son induction par le champ extérieur qui la produit, on trouverait un nombre qui pourrait être très voisin de 1 et pourrait ainsi faire penser à un corps de perméabilité voisine de l'unité ou de susceptibilité extrêmement petite. Plus le rapport $m = \frac{L}{D}$ devient petit, plus l'allure de la courbe se rapproche de celles trouvées par Langevin pour les gaz paramagnétiques. Envisagé de la sorte, un cylindre très court d'acier semblerait avoir les propriétés magnétiques des corps paramagnétiques.

C'est alors que je me suis demandé s'il ne serait pas possible d'admettre que les corps paramagnétiques sont formés par des ensembles d'aimants élémentaires à grand champ démagnétisant, tandis que, dans les corps ferro-magnétiques, ces mêmes aimants

Digitized by Google

élémentaires se seraient groupés de manière à ce que leur champ démagnétisant individuel soit annulé. Il est bien certain, en effet, que si on empile suivant un axe commun un grand nombre de petits cylindres très courts (et par conséquent à très grand champ démagnétisant individuel), sans laisser entre eux aucun intervalle d'air, on obtient un ensemble qui, au point de vue magnétique, a sensiblement les mêmes propriétés qu'un cylindre monobloc ayant les mêmes dimensions extérieures et par conséquent à

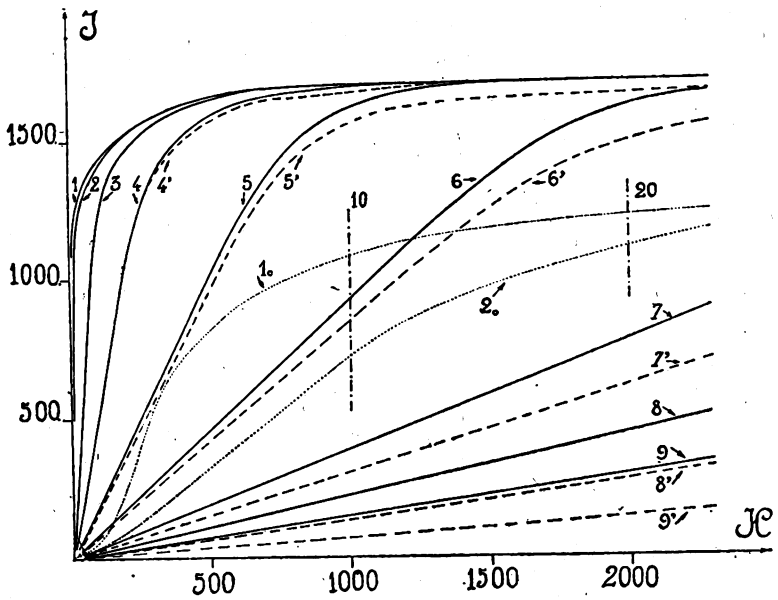


Fig. 6. — Variation des intensités d'aimantation réelle (J, traits continus) et apparente (J', traits discontinus) en fonction du champ ($\mathcal{H}$) pour divers types d'échantillons.

Courbe n° 1, anneau, $m = \frac{L}{D} = \infty$; courbe n° 2, cylindre, $m=60$; courbe n° 3, cylindre, $m=20$; courbes n°s 4 et 4', cylindre, $m=10$; courbes n°s 5 et 5', cylindre, $m=5$; courbes n°s 6 et 6', cylindre, $m=2,5$; courbes n°s 7 et 7', cylindre, $m=1$; courbes n°s 8 et 8', cylindre, $m=0,5$; courbes n°s 9 et 9', cylindre, $m=0,25$; courbes n°s 1_0 et 2_0, mêmes courbes que 1 et 2, avec l'échelle des abscisses 100 fois plus grande.

champ démagnétisant très faible si le cylindre résultant est assez long.

J'ai donc commencé par étudier les variations de l'intensité d'aimantation en fonction du champ pour une file de 120 petits cylindres, de 20 mm de diamètre et de 10 mm de longueur, dont les faces sont d'abord mises en contact immédiat les unes avec les

Digitized by Google

autres. J'ai ensuite interposé entre chaque cylindre des feuilles de papier, de carton ou des rondelles de bois pour réaliser des entrefers de dimension variable.

Pour chaque valeur des entrefers, j'ai déterminé la courbe $\mathcal{J}' = \mathbf{f}(\mathcal{H})$:

1° En plaçant la bobine d'épreuve au milieu d'un des cylindres;

2° En la mettant au milieu d'un entrefer.

3° En prenant une bobine d'épreuve s'étendant à la fois sur

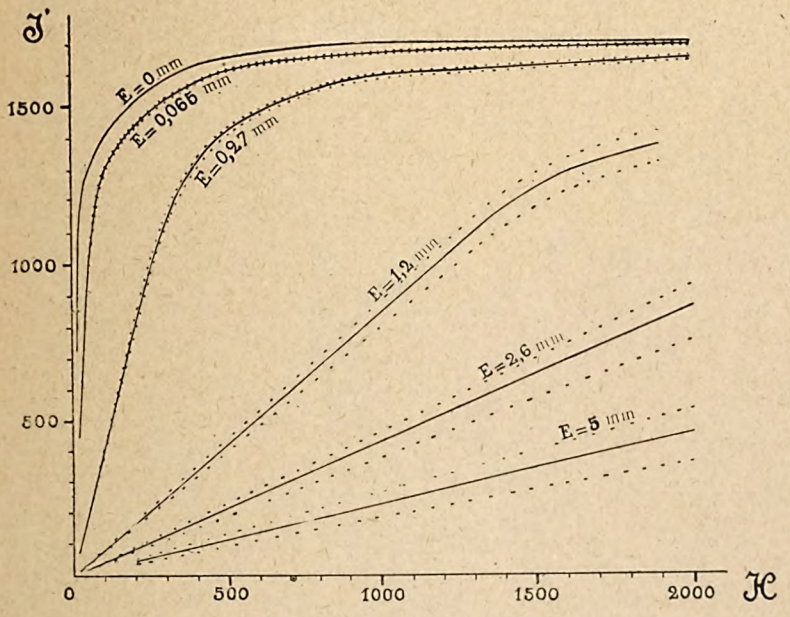


Fig. 7. — Variation de l'intensité d'aimantation apparente $\mathcal{J}'$ en fonction du champ $\mathcal{H}$, pour des files de 120 cylindres ($D=20$ mm ; $L=10$ mm ; $m=\frac{L}{D}=0{,}5$) d'acier extra-doux, séparés par des entrefers (E) d'épaisseurs variables.

plusieurs cylindres et plusieurs entrefers de manière à obtenir une valeur moyenne.

L'étude de $\mathcal{J}'$ en fonction de $\mathcal{H}$ pour différentes valeurs des entrefers est donnée sur les courbes de la figure 7. On est frappé de suite par l'analogie de ces courbes avec celles de la figure 6. Et ce qui étonne le plus, c'est que, pour des entrefers relativement faibles, soit 3 mm environ, c'est-à-dire le tiers de la hauteur d'un cylindre, l'intensité d'aimantation apparente moyenne de la

Digitized by Google

file n'est pas très sensiblement plus forte que celle d'un cylindre isolé placé dans le même champ. Si je parle ici d'intensité d'aimantation apparente, c'est que, ne pouvant déterminer directement le champ réellement agissant sur les cylindres, j'ai été conduit à tout rapporter au champ extérieur. Pour rendre plus frappante cette diminution de l'intensité d'aimantation apparente, j'ai représenté, en figure 8, une série de courbes où cette intensité figure en ordonnée et les entrefers en abscisse, et cela pour différentes valeurs du champ extérieur.

La famille de courbes ainsi obtenue montre la chute rapide de l'intensité d'aimantation apparente lorsque les entrefers augmen-

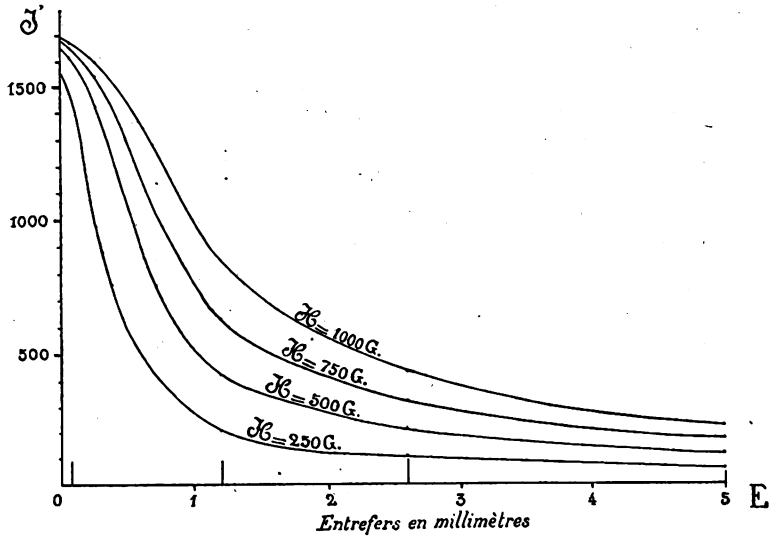


Fig. 8. — Variation en fonction des entrefers de l'intensité d'aimantation apparente moyenne de files de 120 cylindres ($D=20$ mm ; $L=10$ mm) d'acier extra-doux, pour diverses valeurs du champ.

tent. Cette famille de courbes offre une analogie curieuse avec celle de la figure 9 qui représente, d'après Curie, les variations de l'intensité d'aimantation en fonction de la température au voisinage du point de Curie. Benedicks avait trouvé des courbes d'allure analogue quoique moins accentuée en étudiant des poudres magnétiques de plus en plus diluées dans d'autres poudres non magnétiques.

Dans un cas comme dans l'autre, nous avons une première courbure dont la concavité est tournée vers le bas et qui caractérise

Digitized by Google

sur les figures 3, 4 et 8 l'état ferromagnétique. Elle est suivie d'une deuxième courbure à concavité tournée vers le haut qui caractérise dans les figures 3 et 4 l'état paramagnétique.

On est donc bien tenté d'admettre que l'écartement progressif de petits aimants à grand champ démagnétisant produit quelque chose d'analogue au passage du ferro au paramagnétisme par élévation de température. Il y a cependant encore certaines difficultés. C'est que, si on suppose que la transformation magnétique est due à un écartement longitudinal des éléments magnétiques, on

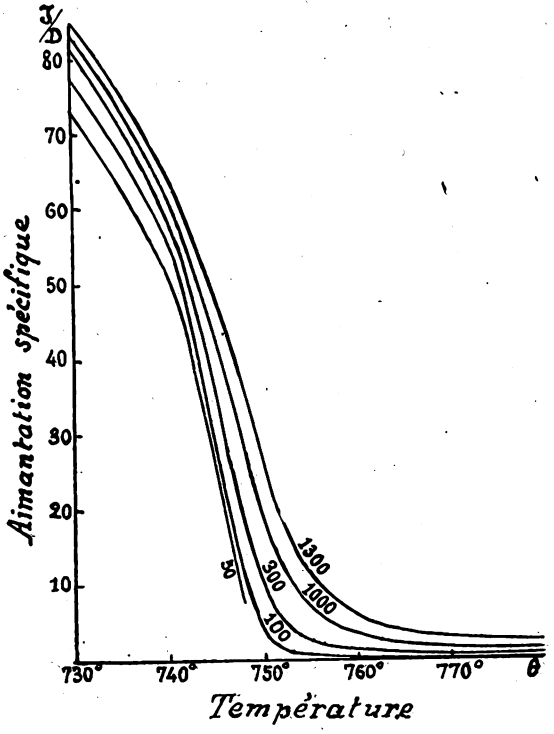


Fig. 9. — Intensité spécifique du fer, au voisinage du point de Curie, pour diverses valeurs du champ (Curie).

est conduit à admettre pour le corps qui en est le siège, une variation de volume notablement plus importante que celle produite par la dilatation lorsque la température s'élève. Mais l'écartement longitudinal n'est pas le seul moyen d'écarter nos cylindres les uns des autres. On peut aussi décaler leurs axes transversalement tout en les maintenant parallèles. Cette nouvelle manière d'opérer beaucoup plus conforme à l'effet que nous pouvons attendre de

Digitized by Google

l'agitation thermique, agit d'une manière tout à fait analogue sur l'intensité d'aimantation apparente de l'ensemble comme le montrent les courbes de la figure 10, où j'ai représenté cette quantité en fonction de l'écartement transversal des axes des 120 cylindres précédents. Ce nouveau fait vient encore renforcer l'hypothèse d'après laquelle les corps para aussi bien que les ferromagnétiques pourraient être constitués par des aimants élémentaires à très grand champ démagnétisant. Ils ne différeraient les uns des autres que par la valeur des actions mutuelles de leurs éléments. Ces actions, nulles chez les premiers, seraient suffisantes pour

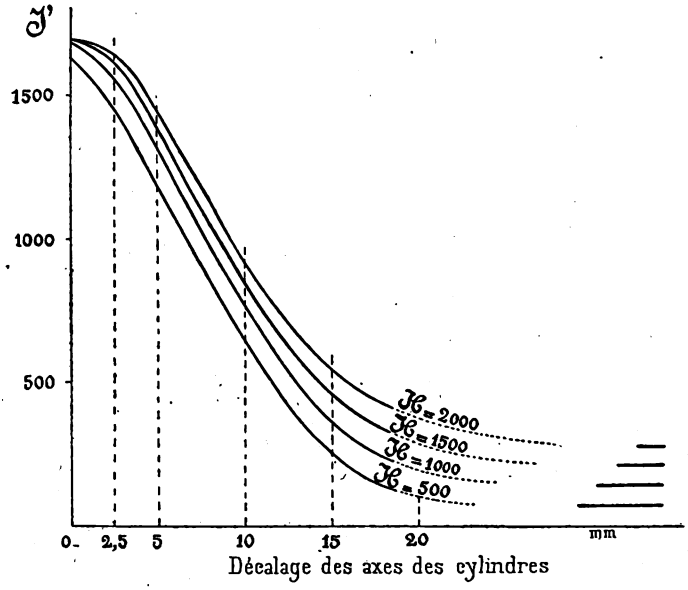


Fig. 10. — Variation de l'intensité d'aimantation apparente de 120 cylindres ($D=20$ mm ; $L=10$ mm) d'acier extra-doux, pour diverses valeurs du champ, en fonction du décalage de leurs axes.

annuler chez les seconds le champ démagnétisant élémentaire. Il suffirait d'admettre pour cela que, dans les derniers corps, des files d'éléments peuvent se former sous l'influence du champ extérieur, comme celles que j'ai réalisées avec mes petits cylindres.

Voici exposée dans ses grandes lignes et d'une manière tout à fait élémentaire mon hypothèse sur le ferromagnétisme. Mais alors se pose la question : pourquoi cette hypothèse nouvelle ? Quelle relation peut-elle avoir avec les théories actuelles et plus spécialement avec la théorie du « Champ moléculaire » de P. Weiss ?

Digitized by Google

Son auteur admet que la variation énorme qui se produit dans l'intensité d'aimantation lorsqu'on passe du ferro- au para-magnétisme est due à l'action mutuelle que les molécules des corps ferro-magnétiques exercent les unes sur les autres.

Bien que n'étant vraisemblablement pas d'origine magnétique, cette action pourrait être assimilée à celle d'un champ uniforme $\mathcal{H}_m$ proportionnel à l'intensité d'aimantation $\mathcal{J}$, soit : $\mathcal{H}_m = K\mathcal{J}$ et auquel son auteur a donné le nom de *champ moléculaire.*

De sorte que, si le champ extérieur $\mathcal{H}_e$ n'est pas nul, les aimants élémentaires sont soumis à l'action d'un champ total $\mathcal{H}_T$ qui est la somme du champ extérieur $\mathcal{H}_e$ et du champ moléculaire $\mathcal{H}_m$.

$$\mathcal{H}_T = \mathcal{H}_e + \mathcal{H}_m = \mathcal{H}_e + K\mathcal{J}.$$

Quant à la constante K, on la tire de la formule :

$$\Theta = CKD,$$

où C est la constante de Curie qu'aurait la substance si, supprimant le champ moléculaire, on la rendait paramagnétique; D est la densité et Θ la température absolue du point de Curie.

Enfin, quant à la constante C, elle est donnée par la formule :

$$\varkappa(T - \Theta) = C.$$

On trouve dans ces conditions que la valeur K est égale pour le fer à 3 850 et que son champ moléculaire $K\mathcal{J}$ est égal à :

$$K\mathcal{J} = 3850 \times 1700 = 6345000.$$

(L'intensité d'aimantation à saturation du fer étant voisine de 1 700.)

C'est la valeur énorme de ce champ qui a conduit P. Weiss à admettre qu'il ne pouvait être d'origine magnétique. De sorte qu'il reste là un gros point d'interrogation, au sujet de la nature de ce champ. Nous devons noter en passant que Weiss a émis récemment l'idée qu'il pourrait être d'origine électrostatique.

On admet implicitement dans l'hypothèse de Weiss, comme nous allons le montrer, que les aimants élémentaires peuvent être assimilés à des dipôles ou si l'on veut à de petits aimants suffisamment longs pour n'avoir pas de champ démagnétisant.

En effet, lorsque nous déterminons l'intensité d'aimantation d'un corps paramagnétique, dans lequel les actions mutuelles des aimants élémentaires sont négligeables, nous ne savons pas forcément quel est le champ réellement agissant sur ces éléments et lorsque nous disons que ce champ est égal au champ extérieur,

Digitized by Google

nous admettons bien implicitement que le champ démagnétisant des éléments est nul. De même, lorsque nous mesurons la susceptibilité spécifique $\varkappa$ nous faisons la même hypothèse puisque nous écrivons $\varkappa = \frac{J}{\mathcal{H} D}$. En est-il bien réellement ainsi ?

Nous avons vu qu'en supposant au contraire que les aimants élémentaires ont un très grand champ démagnétisant, on arrive à des résultats assez intéressants. Admettons donc momentanément cette dernière solution.

Dans ces conditions, le champ réellement agissant sur les aimants élémentaires n'est plus le champ extérieur $\mathcal{H}_e$. Nous ne pouvons donc pas déterminer l'intensité d'aimantation réelle $(\mathcal{J})$ du corps étudié, mais seulement son intensité d'aimantation apparente $(\mathcal{J}')$ puisque nous la déterminons en fonction de $\mathcal{H}_e$.

De même nous ne connaissons que sa susceptibilité apparente $\varkappa' = \frac{\mathcal{J}'}{\mathcal{H} D}$, ce qui peut encore s'écrire :

$$\varkappa' = \frac{\mathcal{J}}{\mathcal{H} D} \quad \frac{4\pi - N}{4\pi}.$$

Quant au champ démagnétisant que nous avons exprimé jusqu'ici en fonction de l'intensité d'aimantation réelle en posant :

$$\mathcal{H}_d = N \mathcal{J}.$$

il est aussi facile de l'exprimer en fonction de l'intensité d'aimantation apparente en écrivant :

$$\mathcal{H}_d = N' \mathcal{J}',$$

ce qui implique entre N et N' les relations suivantes :

$$N = \frac{4\pi N'}{4\pi + N'} \quad \text{ou} \quad N' = \frac{4\pi N}{4\pi - N}.$$

Le coefficient K que nous avons tiré de la formule $\Theta = CKD$ et qui joue dans la formule de Weiss le même rôle que N dans celle du champ démagnétisant serait donc lui aussi une espèce de coefficient apparent si l'on peut s'exprimer ainsi, qui serait au coefficient réel K_0 que l'on aurait dû adopter, dans le même rapport que N' est à N.

Or puisque N' tend vers l'infini quand N tend vers 4π, il suffirait, pour expliquer la très grande valeur du coefficient moléculaire K de Weiss, d'admettre que, dans les mêmes conditions, le coefficient réel K_0 est tout simplement voisin de 4π.

J'arrive aux mêmes conclusions que ma théorie du champ dé-

Digitized by Google

magnétisant élémentaire. On sait, en effet, que la limite maximum du champ démagnétisant est égale à $4\pi\mathcal{J}$.

Admettons que les aimants élémentaires aient un champ démagnétisant très voisin de ce champ limite. Prenons-le par exemple égal à $(4\pi\mathcal{J} - \varepsilon)$.

Le champ réellement agissant sur un tel élément, placé dans un champ extérieur $\mathcal{H}_e$ est :

$$\mathcal{H}_a = \mathcal{H}_e - (4\pi - \varepsilon)\mathcal{J}.$$

Dans ces conditions, le champ total $\mathcal{H}_t$ observé dans une fissure normale à la polarisation et qui n'est autre que l'induction sera pour le corps paramagnétique :

$$\mathcal{H}_T \text{ ou } \mathcal{B} = \mathcal{H}_a + 4\pi\mathcal{J}.$$

Or nous venons de trouver la valeur de $\mathcal{H}_a$ pour des éléments à très grand champ démagnétisant. Si nous remplaçons, par cette valeur nous avons :

$$\mathcal{H}_T \text{ ou } \mathcal{B} = \mathcal{H}_e - (4\pi - \varepsilon)\mathcal{J} + 4\pi\mathcal{J} = \mathcal{H}_e - \varepsilon\mathcal{J}.$$

J étant fini et ε très petit, cela nous donne finalement :

$$\mathcal{H}_T \text{ ou } \mathcal{B} = \mathcal{H}_e - \varepsilon' \quad \text{en posant} \quad \varepsilon\mathcal{J} = \varepsilon'.$$

Autrement dit, l'induction dans un tel échantillon est très voisine du champ extérieur puisqu'elle n'en diffère que d'une quantité très petite ε'. Sa perméabilité :

$$\mu = \frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}} \text{ est donc voisine de 1.}$$

Dans un ferromagnétique on a de même :

$$\mathcal{H}_T \text{ ou } \mathcal{B} = \mathcal{H}_a + 4\pi\mathcal{J}.$$

Mais puisque nous admettons que dans un tel corps le champ démagnétisant des aimants élémentaires a été annulé par suite de leur groupement, le champ réellement agissant $\mathcal{H}_a$ est bien égal à $\mathcal{H}_e$ et nous avons finalement :

$$\mathcal{H}_T \text{ ou } \mathcal{B} = \mathcal{H}_e + 4\pi\mathcal{J},$$

ce qui est la formule normale de l'induction dans les ferro-magnétiques.

Il me resterait à montrer encore comment j'ai pu expliquer les anomalies que j'avais relevées sur les courbes d'intensité d'aimantation en fonction de la température; mais cela m'entraînerait un peu trop loin et je me contenterai de renvoyer pour cela à un

Digitized by Google

article paru dans la « Technique moderne » du 1er juin 1924. Je crois du reste en avoir dit suffisamment pour montrer que les résultats auxquels conduit mon hypothèse sont assez simples pour qu'on puisse accorder à cette dernière le crédit provisoire qu'on accorde à ce genre de conception, en attendant que de nouvelles expériences ouvrent de nouveaux aperçus sur la question.

Digitized by Google

INFORMATIONS
DE LA SOCIETE FRANCAISE DES ELECTRICIENS

1° RÉSOLUTIONS PRISES PAR L'ASSEMBLÉE GÉNERALE DU 3 JANVIER 1925

A. Renouvellement partiel du Bureau et du Comité. — Le dépouillement du scrutin a donné les résultats suivants :

Suffrages exprimés	487
Bulletins nuls	7
Nombre de votants.....	480
Majorité	241

Sont élus :

Président pour l'exercice 1926 :

MM.

Legouez, (Raynald), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, administrateur des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité. 470

Vice-Présidents :

Bethenod (J.), Ingénieur-Conseil 464
Chaumat (H.), agrégé des Sciences physiques, professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers 471

Secrétaires :

De la Gorce (P.), sous-directeur adjoint du Laboratoire central d'Electricité 479
Toulon (P.), ingénieur à la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels 478

Membres

pour trois ans

Barbillion (L.-C.), professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble 478
Bunet (P.), ingénieur-conseil 478
Camichel (Ch.), professeur à la Faculté des Sciences, directeur de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de l'Université de Toulouse 478
Chevallier (Ch.), sous-directeur du Laboratoire d'Electricité industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux 478
Drouin (F.), directeur des Services techniques de la Compagnie générale d'Electricité 477
Fabry (Ch.), professeur à la Faculté des Sciences de Paris, directeur de l'Institut d'Optique 478

Digitized by Google

FOURCAULT (D.-L.), expert, rédacteur en chef de l'*Electricien*..... 477
IMBS, directeur général de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées..... 480
LANGE (A.), chef de Travaux principal à l'Ecole supérieure d'Electricité 478
LANGEVIN (P.), professeur au Collège de France, professeur à l'Ecole de Physique et Chimie 477
LIENARD (A.), inspecteur général des Mines, sous-directeur de l'Ecole des Mines 478
MAUDUIT (A.), professeur d'Electrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy 480
MESNY (R.), professeur d'Hydrographie de la Marine 479
REYNAUD-BONIN (E.), ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.... 477
SCHWARBERG (E.), directeur général de la Compagnie électromécanique 478
VALENSI (G.), ingénieur en chef des Télégraphes, professeur à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes 478

Pour deux ans

BOUTAN (A.), administrateur délégué de la Compagnie du Gaz de Lyon 476
GUILLET (L.), directeur de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, professeur au Conservatoire national des Arts-et-Métiers 476

Pour un an

BELIN (E.), administrateur délégué des Etablissements Ed. Belin. 475
MEYER (E.-O.), directeur de l'Electricité de Strasbourg 473

Commission des Comptes

GEOFFROY (E.), président du Conseil d'Administration de la Société anonyme Geoffroy-Delore 479
GIROUSSE (G.), administrateur délégué du Nord-Lumière (Le Triphasé) 478
MASCART (Ch.), ancien ingénieur des Ponts et Chaussées 475

B. APPROBATION DE L'ACQUISITION D'UN TERRAIN POUR Y RECONSTRUIRE L'ECOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ. — L'Assemblée a approuvé à l'unanimité l'achat d'un terrain de 15 840 m², situé rue Edgar-Quinet, à Malakoff, pour la somme de 1 125 000 fr qui sera prélevée sur les versements de l'Etat et qui a été avancée par la Société pour le Développement de l'Enseignement technique en France.

2° PRINCIPALES DÉCISIONS DU BUREAU EN JANVIER 1925

Dans sa séance du 21 janvier 1925 le Bureau a décidé de classer sur fiches, dans la Bibliothèque, la documentation fournie par la Revue générale de l'Electricité.

3° REMISE A M. BLONDEL DE LA MÉDAILLE TRIENNALE MASCART

Le 13 décembre 1924 le Bureau s'est réuni chez son président d'honneur, M. Blondel pour lui remettre la médaille à l'effigie de Muscart, gravée par Chaplin, que le Comité d'administration avait,

Digitized by Google

dans sa séance du 27 février 1924, décidé de lui attribuer. M. Eschwège, président de la Société, a exprimé à M. Blondel combien il était heureux de pouvoir lui remettre cette médaille décernée pour la première fois et qui constitue une marque trop faible de la reconnaissance de tous les électriciens français pour les immenses services qu'il a rendus à la Science et à l'Industrie. M. Blondel a, en quelques mots émus, exprimé combien il était sensible à l'hommage ainsi rendu à ses travaux.

4e SEMAINE DE DISCUSSIONS DE DÉCEMBRE 1924

Cette semaine dont l'idée première est due à notre vice-président M. Bunet, qui lui a apporté une très large coopération, a eu un plein succès. Les séances ont été très suivies, malgré l'époque choisie et qui a paru à certains plus propice au repos et aux fêtes qu'aux travaux techniques. Nous nous efforcerons en 1925, d'en adopter une autre qui donnera satisfaction à la majorité de nos collègues. Les discussions ont été particulièrement animées dans les trois premières sections et ont surtout porté sur le coefficient de déformation des courbes d'alternateurs, les ondes à front raide, l'unification des moteurs à courant alternatif, la photométrie, l'éclairage des automobiles, les accumulateurs électriques, la définition et la mesure de l'énergie réactive. M. Riccardo Arno, l'éminent professeur de Milan, a bien voulu faire le voyage d'Italie pour lire une communication sur ce dernier sujet que ses travaux personnels ont tant contribué à éclairer.

Les autres questions figurant au programme de la semaine ont été exposées dans des rapports de mise en point.

Une partie des mémoires a paru au *Bulletin* de août-septembre-octobre de 1924 ; les autres mémoires et les discussions qui ont suivi leur lecture seront publiés au cours de l'année.

Ajoutons qu'un dîner de 80 couverts a réuni, le 29 décembre 1924, à la Maison des Centraux, les membres qui avaient pris part à la semaine de discussions et aux travaux préparatoires dans les Sections du Comité. Après le dîner, M. Testavin, ingénieur à la Société le Théâtrophone, exposa in extenso la communication qui est résumée dans le présent *Bulletin* aux Travaux des Sections, p. 79 et termina par des auditions théâtrophoniques de l'Opéra, de l'Opéra-Comique et de la Gaîté, auditions qui eurent le plus vif succès.

Digitized by Google

5° SOUSCRIPTION AUX TABLES AMERICAINES DE CONSTANTES

On nous prie d'insérer la note suivante :

Le Conseil national de Recherches américain a décidé il y a quelques années de publier un Recueil de Constantes soigneusement sélectionné. Une organisation spéciale a été créée dans ce but à Washington sous la direction de M. E.-W. Washburn. Les documents qui seront contenus dans ces volumes ont été empruntés à la littérature scientifique et technique et aux ouvrages de documentation numérique publiés avant 1910. Pour la période qui s'étend de l'année 1910 à l'année 1923, la documentation a été choisie dans la documentation totale publiée par le Comité International des Tables annuelles de Constantes et Données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie, dont le Secrétaire général est notre collègue M. C. Marie.

La rédaction des différents chapitres a été confiée à des spécialistes appartenant à presque tous les pays du monde. Dans la liste des collaborateurs la France est représentée par MM. Becquerel, de Broglie, Chèneveau, Cotton, Décombe, Fabry, de Forcrand, Guillaume, Leduc, Mauguin, Mouton, Perrin, Tourneux, Weiss, Pierre Auger.

Les « International Critical Tables » seront divisés en un certain nombre de volumes dont chacun contiendra la documentation numérique relative à un certain domaine de la science ou de la technique. L'ensemble comprendra environ 2 500 pages. Les dépenses correspondant à la préparation de ces volumes ont été couvertes par une souscription ouverte aux Etats-Unis. Quant à l'impression, elle sera confiée à un éditeur.

Il est probable que le prix total de la collection s'élèvera à environ 60 ou 75 dollars, mais le Comité de publication s'est réservé le droit de pouvoir pournir l'ensemble des volumes publiés au prix réduit de 35 dollars pour toutes les souscriptions qui seraient reçues avant le 1er mai 1925.

Le privilège de souscrire au prix réduit est réservé :

1° A tous les membres de toutes les sociétés scientifiques ou techniques, sous cette réserve que chaque souscripteur ne peut recevoir qu'une collection.

2° Aux Universités, bibliothèques publiques, organisations officielles, laboratoires de recherches scientifiques ou industrielles.

Digitized by Google

De telles organisations pourront acquérir au prix réduit le nombre d'exemplaires dont elles auront besoin.

Les souscriptions doivent être envoyées directement sans passer par l'intermédiaire d'un libraire. Toute personne désireuse de recevoir des renseignements complémentaires sur l'organisation des « International Critical Tables » est priée de s'adresser directement à l'éditeur dont l'adresse est donnée ci-dessous :

M. E.-W. Washburn National research Council 21 st and B streets, N. W., Washington, D. C., Etats-Unis.

6e CONFERENCE INTERNATIONALE DES GRANDS RÉSEAUX A TRÈS HAUTE TENSION

Les dates définitives des séances de la troisième session viennent d'être arrêtées comme suit par le Bureau de la Conférence :

Séance d'ouverture : mardi 16 juin, à 16 heures.

Séances de travail : mercredi 17, jeudi 18, vendredi 19 juin.

Repos et éventuellement excursions : samedi 20 et dimanche 21 juin.

Séances de travail : lundi 22, mardi 23 et mercredi 24 juin.

Séance de clôture : jeudi 25 juin, à 10 heures du matin.

Il est rappelé que la Conférence a pour objet d'étudier *tous les problèmes qui concernent la construction et l'exploitation des grands réseaux de transport d'énergie électrique à haute tension* et que ces études sont réparties entre trois sections :

1re section : Production de l'énergie.

2e section : Construction des lignes.

3e section : Exploitation des réseaux.

La Conférence n'a fixé ni limite inférieure, ni limite supérieure aux tensions dont elle entend s'occuper, et son programme, fixé par elle-même, est le même qu'en 1921 et 1923.

La Conférence vient d'enregistrer l'adhésion de trois nouveaux pays qui ne s'étaient pas fait inscrire jusqu'ici : la Roumanie, les Indes et l'Australie, ce qui porte à 23 le nombre des pays adhérents.

Le registre des inscriptions à la Conférence est ouvert depuis le 1er janvier dernier.

Le secrétariat général de la Conférence, boulevard Malesherbes, 25, à Paris, enverra à première demande tous les renseignements nécessaires, et en particulier, une notice détaillée sur la session.

Digitized by Google

7° ESSAIS CONTROLÉS DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Octobre 1924.

L'Union des Syndicats de l'Electricité publie son rapport sur les essais organisés par ses soins en octobre 1924. Ce rapport contient, en particulier, la description des véhicules présentés ainsi que les résultats détaillés des essais.

Les épreuves subies par les véhicules étaient de deux sortes :

1° Une épreuve d'endurance dans Paris et sa banlieue Ouest sur les itinéraires parcourus aux essais de 1923.

2° Des essais spéciaux en palier et en rampe destinés à montrer l'influence de la vitesse et des rampes sur la consommation des véhicules.

Ont pris part aux épreuves les maisons suivantes : Kriéger, Berliet, Renault, Laporte, A. E. M.

Epreuve d'endurance. — Voici les moyennes les plus favorables obtenues dans chaque catégorie pour la consommation par tonne totale et par km, la consommation par tonne utile et par km, la vitesse commerciale.

TABLEAU I

CATEGORIE	Consommation moyenne par t-km de charge totale		Consommation moyenne par t-km de charge utile		Moyenne des vitesses commerciales	
	Banlieue kw-h	Paris kw-h	Banlieue kw-h	Paris kw-h	Banlieue km/h	Paris km/h
Première	67	75	325	365	18,5	16
Deuxième.....	75	76	360	365	16	16,5
Troisième	80	79	240	235	19	18,5
Sixième.....	66	52	155	120	12,5	15,5
Septième	60	44	140	100	12	15
Autobus	70	64,5	340	310	18,5	17,5

Essais spéciaux. — Les essais en palier ont été effectués sur les bords de la Seine entre Billancourt et la porte du Bois de Boulogne. Chaque véhicule a parcouru un certain nombre de fois ce trajet à des vitesses différentes échelonnées entre 10 et 32 km/h pour les voitures légères, 8 à 20 km/h pour les camionnettes, 6 à 16 km/h pour les camions.

Cette épreuve a permis de relever pour chaque voiture une vitesse optima pour laquelle la consommation est minimum.

Digitized by Google

Le tableau suivant donne les moyennes obtenues dans chaque catégorie.

TABLEAU II

CATÈGORIE	Vitesse optima km/h	Consommation par Tu-km kw-h	Consommation par Tt-km kw-h
Première	de 20 à 25	de 52 à 70	de 330 à 365
Deuxième	18	54	220
Troisième.....	15	55	160
Sixième	11	34	20
Septième	13	36	85
Autobus	21	53	255

L'essai en côte a été effectué entre Sèvres et Bellevue, sur une route dont la pente moyenne est de 7 pour 100. Le même trajet a été effectué à la descente, mettant en valeur l'importance du freinage électrique par récupération d'énergie envoyée dans la batterie.

Les résultats obtenus, tout à fait encourageants, contribueront certainement au développement des véhicules électriques. Ils se sont déjà traduits commercialement par la vente d'un certain nombre de camions et de voitures de livraison.

Paris verra au printemps prochain des taxis électriques et Lyon a inauguré pendant le Congrès de l'Electrification rurale ses premiers autobus électriques pour les transports en commun.

Digitized by Google

TRAVAUX DES SECTIONS [1]

SOMMAIRE

1re Section. — 1° Remarques à propos du diagramme de Potier, p. 68. — 2° Remarques à propos du diagramme de Blondel, p. 70. — 3° Mesure du rendement des turboalternateurs, p. 74.

3e Section. — Alliages pour résistances de chauffage, p. 75.

4e Section. — Extension des réseaux à haute tension aux États-Unis, p. 77. Enquête sur les bobines de Petersen, p. 78. — Mesure des faibles angles de déphasage, p. 78.

5e Section. — Le théâtrophone, p. 79.

1re SECTION. — PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Président : M. Roth.

Séance du 5 décembre 1924. — 1° *Remarques à propos du diagramme de Potier.* — M. Darrieus rappelle l'importance particulière signalée avec insistance par M. Boucherot, des coefficients d'inductance de fuites totales de deux circuits accouplés, importance justifiée par le fait que dans les distributions à tension constante, les flux sont donnés beaucoup plus souvent que les courants. En outre, tous les phénomènes transitoires font apparaître le caractère d'invariance approximative des flux. Enfin, l'état moyen de saturation du circuit magnétique se rattache beaucoup plus étroitement à l'un quelconque des flux qui traversent les circuits qu'aux ampères-tours correspondants.

D'autre part les nécessités du calcul des machines, en imposant la prise en considération plus rigoureuse de l'état de saturation de leurs diverses parties, ont fait introduire les coefficients de fuite ordinaires, obtenus en séparant, du flux total de self inductance à travers un circuit, la partie qui ne traverse pas soit l'autre circuit, soit le fer.

Cette notion, bien que relativement claire, ne se prête pas, dans le cas général, à une définition précise, car elle dépend de grandeurs telles que le nombre de spires qui, dans les machines rota-

[1] Tout membre de la Société française des Electriciens peut, en adressant une demande au Délégué général, 14, rue de Staël, être convoqué aux séances des Sections.

Digitized by Google

tives, nécessitent l'intervention de nouveaux coefficients comme les facteurs de bobinage. D'ailleurs les coefficients de fuites séparées sont inaccessibles à la mesure ; par contre, tous les essais, réalisables avec les moyens ordinaires des ateliers, amènent à considérer, non des coefficients de fuites séparés, mais soit des inductances totales, soit des inductances de fuites totales ramenées à un des circuits.

Non seulement l'emploi de ces derniers coefficients conduit immédiatement, sans faire intervenir de grandeur qui ne soit pas directement et facilement mesurable, aux diagrammes classiques du transformateur et du moteur d'induction, mais presque toujours la réactance du langage courant se rattache à l'un de ces coefficients d'inductance.

M. Darrieus applique ensuite ces considérations au diagramme de Potier, permettant de déterminer le coefficient d'équivalence des ampères-tours et le coefficient de fuites d'une machine synchrone par la caractéristique en courant réactif.

On admet, en général, que le coefficient d'équivalence des ampères-tours α est le rapport de transformation, tel qu'il peut être calculé à priori en faisant abstraction des fuites et en ayant seulement égard au nombre des spires ainsi qu'à leur répartition à la périphérie de l'armature (facteurs de bobinage). Le coefficient de fuites de l'induit λ mesurerait, d'autre part, la résistance de fuites de l'induit seul, qui peut être aussi calculé a priori. Rappelant que l'application expérimentale du diagramme de Potier donne toujours une valeur trop basse pour le coefficient d'équivalence, et trop élevée pour le coefficient de fuites, par rapport à celles calculées, et que divers auteurs ont tenté de corriger ce désaccord par l'interprétation donnée aux deux coefficients en question. Il remarque que l'état moyen de saturation de la machine en charge doit être représenté par un point unique A convenablement choisi sur la caractéristique à vide; par suite la position de ce point en débit purement réactif doit correspondre à celle des parties de la machine qui représente le mieux l'état moyen de la machine, soit en général, l'inducteur, dont la saturation, toujours supérieure à celle du reste du circuit magnétique, s'accroit en charge du fait du flux supplémentaire dû aux fuites de l'inducteur. La différence λI entre la tension correspondant au point A (fig. 1) sur la caractéristique à vide et la tension aux bornes U en charge réactive,

Digitized by Google

correspond donc à la dispersion ωl de l'induit seul augmentée de la dispersion des inducteurs, c'est-à-dire à la réactance des fuites totales ramenées à l'induit.

De même, le coefficient d'équivalence α doit correspondre, non à la valeur calculée sans tenir compte des fuites, mais à une valeur plus faible qui est celle du rapport d'équivalence des ampères-tours inducteurs et induits, à l'égard du flux total résultant dans l'inducteur.

Si ce dernier était entièrement feuilleté, on pourrait mesurer expérimentalement le coefficient réel en mettant en court-circuit

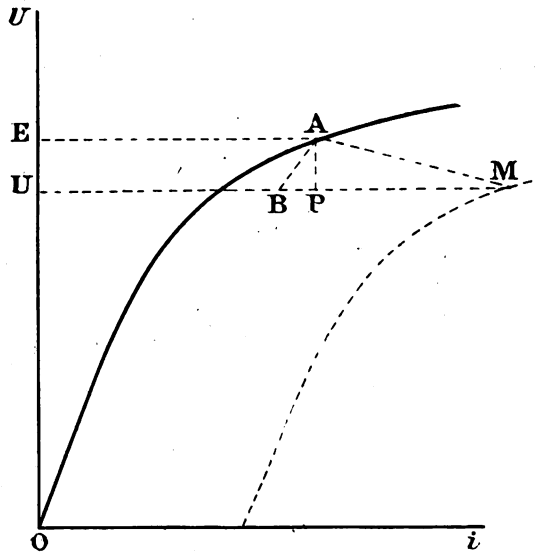


Fig. 1. — Diagramme de Potier.

l'enroulement d'excitation, en appliquant à l'armature une tension alternative auxiliaire et en relevant la valeur des courants induits dans l'inducteur au repos.

M. Darrieus montre enfin que le rapport $\frac{PM}{BM}$ prend la forme $1-\sigma$, où σ est le coefficient de dispersion totale entre l'inducteur et l'induit.

2° *Remarques à propos du diagramme de Blondel.* — Le diagramme de Potier, qui n'introduit pas de coefficient distinct pour la réaction transversale, fournit des résultats suffisamment approchés, même pour les machines à pôles saillants, dans les conditions

Digitized by Google

ordinaires de fonctionnement sur circuits inductifs. Mais, pour se rendre compte des effets particuliers dus au défaut d'uniformité de l'entrefer, surtout sensibles quand le courant est déphasé en avant, tels par exemple que l'existence d'un couple différent de zéro, même à excitation nulle, il faut recourir au diagramme des deux réactions, que M. Blondel a indiqué en 1899. Sous sa forme classique, ce diagramme fait intervenir un coefficient de réaction transversale, dans la composition des flux qui donne le flux résultant suivant l'axe du pôle. Le trajet des lignes de force étant presque tout entier dans l'air, ce coefficient est supposé constant. Cette dernière hypothèse, sensiblement exacte pour les anciens alternateurs à faible chute de tension et à fort courant de court-circuit ne paraît plus suffisante pour les machines modernes à grande réaction d'induit, surtout dans la marche sur capacité lors de la mise d'une ligne sous tension.

Elle revient, en effet, à admettre que si un système d'ampères tours inducteurs et de réaction d'induit, a déterminé un certain flux longitudinal suivant l'axe du pôle, le régime correspondant à l'introduction supplémentaire d'ampères tours transversaux dans l'induit, résulte de la simple superposition du flux transversal au flux primitif, sans modification, par suite, de la composante longitudinale du flux résultant. Or, la distorsion du flux, qui dépend de la charge active, renforce le champ sous une corne polaire mais l'affaiblit davantage sous l'autre. Il en résulte un affaiblissement du flux longitudinal et une certaine chute de tension, tandis que la direction générale de l'aimantation de l'inducteur s'écarte sensiblement de l'axe du pôle. La construction ordinaire du diagramme des deux réactions, conduit donc à déterminer une valeur de l'excitation qui est systématiquement inférieure à celle résultant du diagramme de Potier. Enfin cette construction ne comprend pas celle de Potier comme cas particulier dans le cas où les deux réactions sont égales. Pour cette raison, il paraît préférable d'appliquer cette relation au flux résultant et aux ampères tours correspondants, plutôt qu'à leurs projections respectives suivant l'axe du pôle.

M. Darrieus propose donc d'effectuer la construction de la manière suivante :

Soit (fig. 2), O U la tension aux bornes, U E la chute de tension due à l'impédance de l'induit, en comprenant les fuites de l'inducteur dans le coefficient N de dispersion ou de fuites totales qui

Digitized by Google

détermine la chute de tension $N\,I$, O E est la force électromotrice correspondant au flux résultant dans l'inducteur.

La direction des ampères tours correspondants ne coïncide avec celle du flux dans les machines à entrefer non uniforme que le long de l'une ou l'autre des deux directions principales de symétrie du rotor.

Si l'on fait abstraction de la saturation, en se tenant dans la partie droite de la caractéristique, la relation entre les ampères-tours

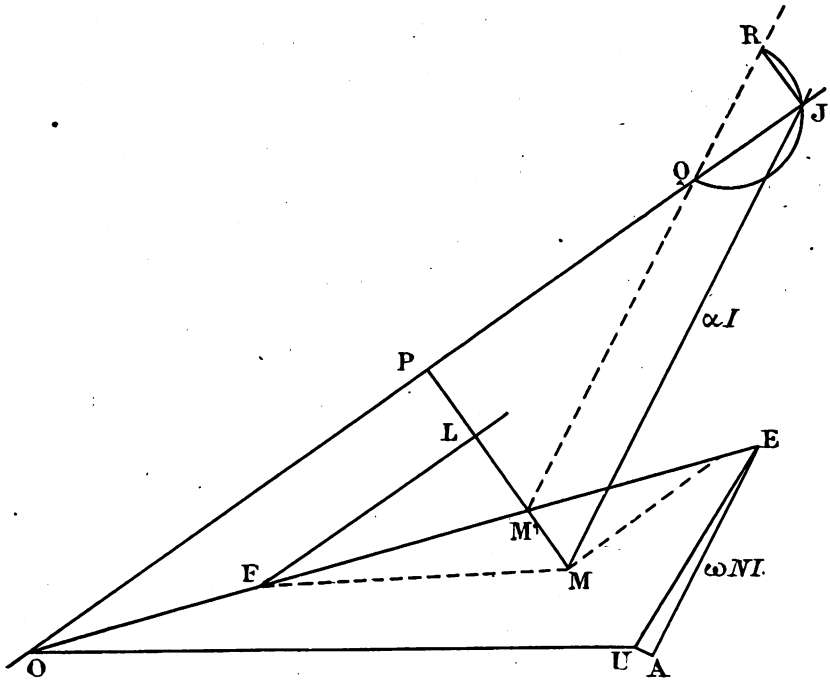


Fig. 2. — Diagramme de Blondel modifié.

et le flux est de même espèce que celle qui lie le champ et l'induction dans un milieu anisotrope, et s'exprime par un tenseur ou relation vectorielle linéaire, c'est-à-dire que les composantes du flux suivant les directions principales sont proportionnelles aux composantes correspondantes des ampères-tours, mais les deux coefficients de proportionnalité sont différents et leur rapport est égal à celui des réactances transversale et longitudinale. La force magnétomotrice totale correspondant au flux qui produit la force électromotrice O E peut ainsi se décomposer en une force O F, dirigée suivant O E et correspondant à la réluctance du fer et une

Digitized by Google

force F M correspondant au trajet dans l'air. Cette dernière se décompose à son tour en une force F L suivant l'axe du pôle et en une force L M perpendiculaire. Si la machine avait même perméance dans toutes les directions, la force magnétomotrice O M′ dirigée suivant O E, correspondrait à la valeur donnée pour la tension O E par la caractéristique à vide ; mais, comme la réluctance transversale est supérieure à la réluctance longitudinale, la composante transversale L M′ doit être majorée dans le rapport de ces réluctances (ou de l'inverse du rapport des réactances).

Le point M ainsi obtenu correspond à la résultante des ampères-tours d'excitation O J et de réaction d'induit J M. La détermination de M et du triangle O J M exige donc que l'on connaisse la direction O J de l'axe du pôle. On peut y arriver comme suit. Soit P le pied de la perpendiculaire abaissée de M sur O J ; Q l'intersection de O J et du vecteur M′ R, équipollent à M J :

$$M'P : M'R = PM' : PM$$

or,

$$PL : PM' = OF : OM'.$$

Les segments P L, L M′, L M, sont ainsi respectivement proportionnels aux ampères-tours dépensés dans le fer d'une part, dans l'entrefer de l'autre, lorsque le flux O E est dirigé suivant l'axe du pôle, et enfin dans l'entrefer lorsque ce même flux est transversal.

On portera donc suivant O E le segment O M′ représentant les ampères-tours correspondants, déduits de la caractéristique à vide ; on retranchera la fraction F M′ proportionnelle au flux et obtenue en prolongeant jusqu'à l'ordonnée du point figuratif la partie droite de la caractéristique; en substituant à F M′ cette quantité majorée dans le rapport des réactances transversale et longitudinale (mesurées dans la région où elles sont vraiment définies, soit avant le coude de la caractéristique), et en ajoutant O F, on obtient une valeur OM″ des ampères-tours dont le rapport O M′ est l'inverse du rapport $\frac{M'Q}{M'R}$ dans lequel le segment $\alpha I =$ M J=M′ R figurant la réduction d'induit, doit être réduit pour obtenir le point Q.

O Q est la direction de l'axe du pôle et son intersection J avec le cercle de diamètre Q R, donne la valeur O J de l'excitation.

On reconnaît ici la construction indiquée par M. Bethenod dans le cas des alternateurs à haute fréquence.

Cette construction est enfin assez voisine de celle de Potier à

Digitized by Google

laquelle elle se réduit évidemment dans le cas particulier où le rapport des réactances est égal à l'unité.

3° *Mesure du rendement des turbo-alternateurs.* — M. Roth expose les travaux qui ont conduit la Société alsacienne de Constructions mécaniques à créer une nouvelle méthode pour déterminer le rendement des machines fermées à ventilation forcée. Le principe en a été exposé par Barclay en 1919 (*Journal of the Institution of electrical Engineers*). Elle repose sur l'échauffement de l'air de ventilation. Primitivement, on devait mesurer d'une part le débit de l'air, de l'autre sa température d'entrée et de sortie. L'évaluation du débit étant très délicate, on a essayé de rapporter un échauffement mesurable à la dissipation d'une quantité connue d'énergie et de tarer ainsi le circuit de ventilation. Cette méthode a été adoptée par la Chambre Syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique. La Société Alsacienne a réduit les mesures à celles de résistances et elle a réussi à éliminer les pertes constantes par frottement dans les paliers et celles du moteur d'entraînement. La méthode consiste, en principe, à effectuer deux essais de l'alternateur fonctionnant en moteur synchrone sous deux tensions E_1 et E_2. Les pertes sont mesurables dans les deux cas. Soient p_1 et p_2 leurs valeurs ; Δt_1 et Δt_2 les élévations correspondantes de la température de l'air de ventilation. On admet que, en fonctionnement normal, la perte p cherchée sera donnée en fonction de l'échauffement mesurable Δt par la relation

$$p = (p_2 - p_1) \frac{\Delta t}{\Delta t_2 - \Delta t_1}.$$

Les échauffements sont évalués d'après la variation de résistance de circuits en cuivre rigoureusement identiques à une même température dont l'un est placé dans l'orifice d'entrée, l'autre dans celui de sortie. Ils constituent deux bras d'un pont de Wheatstone dont les deux autres sont rigoureusement égaux. En introduisant des résistances auxiliaires pour corriger la résistance du bras dont la température s'élève le moins, on détermine très exactement l'augmentation de résistance de l'autre. La variation de température du cuivre étant proportionnelle à celle de sa résistivité, la perte est donnée par la formule :

$$p = (p_2 - p_1) \frac{\rho}{\rho_2 - \rho_1},$$

ρ, ρ_1 et ρ_2 étant les résistances de compensation.

Digitized by Google

M. Roth estime que cette méthode permet de déterminer à 4 ou 5 pour cent près les pertes d'un alternateur.

3e SECTION. — ELECTROCHIMIE, ÉLECTROMÉTALLURGIE

Président : M. BUNET.

SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE 1924. — *Alliages pour résistances de chauffage.* — M. Vuigner communique les renseignements qui lui ont été fournis sur cette question par Driver Harris et Cie et par les Aciéries d'Imphy.

Les résistances pour rhéostats sont exécutées en alliages fer-nickel, cuivre-nickel-zinc, cuivre-manganèse-nickel, cuivre-manganèse-aluminium. Aucun de ces alliages ne supporte de forte élévation de température : le fer-nickel, notamment, est facilement oxydable. L'alliage fer-nickel-chrôme est au contraire peu oxydable à haute température et d'autant moins qu'il contient plus de chrôme et moins de fer. Les Aciéries d'Imphy fabriquent trois catégories d'alliages résistant respectivement à 650° C, 950° C et 1150° C. Le dernier ne contient presque pas de fer.

La résistance de ces divers alliages est à froid, sensiblement la même, elle varie peu avec la température. Il importe, pour assurer leur durée, de ne pas dépasser la température pour laquelle chacun d'eux est établi et il y a avantage à employer de fortes sections, car les gros fils sont moins exposés que les fils minces aux surchauffes locales et ils coûtent moins cher. Si la température d'emploi reste inférieure à la limite indiquée, le contact avec les matières réfractaires usuelles est sans inconvénient pour les fils ; toutefois, l'amiante est à recommander pour les appareils de laboratoire. Les alliages ne se déforment pas sensiblement aux températures inférieures à 150° C.

Pour l'établissement d'un four, on se donne la température à atteindre et, en général, la tension à laquelle le courant est amené. La chaleur dissipée est fonction de la température du four, de la température extérieure, des dimensions de la résistance, quantités connues et du coefficient de rayonnement qui généralement ne l'est pas. S'il l'était, il serait facile de calculer l'intensité à donner au courant.

Les Aciéries d'Imphy ont dressé le tableau des intensités correspondant aux températures à obtenir pour la série de diamètres des fils employés dans les résistances. Les chiffres portés sur ce

Digitized by Google

tableau correspondent aux conditions de refroidissement des fils tendus dans l'air calme à la température de 15° C. Pour tenir compte des conditions réelles de refroidissement, il est nécessaire de multiplier les températures par le coefficient 0,33.

Le chauffage par résistances permet d'atteindre la température de 1200° C dans des appareils de laboratoire de volume restreint.

Une application importante paraît devoir être celle des fours de boulangerie. Les résistances y sont portées un peu au-dessus de 500° C, la température de l'enceinte ne dépasse pas 250° C et la fournée est cuite avant d'avoir atteint 100° C.

On a tenté de chauffer ainsi un four à minium, mais sans succès, car, pour assurer la réaction complète, la température dans la masse doit être uniformément de 300° C, et ce résultat n'a pu être obtenu.

Les opérations usuelles de la métallurgie se font à une température voisine de 1500° C que les fours à résistances ne permettent pas encore d'atteindre. Toutefois on espère arriver, par l'emploi du tungstène, à des températures de 1 000 à 2 000° C.

M. Blondin signale que le restaurant Garnier a réalisé le chauffage électrique de ses fourneaux au moyen de fils enroulés sur des cylindres réfractaires qui entourent la pièce à cuire. Le nombre de plats préparés ainsi est supérieur, les locaux sont moins échauffés et le prix de revient est moindre que par le chauffage au charbon.

Dans une autre installation de cuisine électrique réalisée à l'hôtel Claridge, le chauffage est obtenu au moyen de résistances métalliques enroulées sur des cylindres de matière réfractaire soutenus à leurs extrémités. Un dispositif permet de déplacer chaque jour la résistance autour de son support pour en régulariser l'usure.

M. Ricoche, ingénieur de Driver Harris et Cie, a, en collaboration avec les Etablissements Mildé, réalisé pour la pâtisserie, des fours de 10 kw chauffés entre 250° et 300° C. Il existe à Paris 300 de ces fours. Un tube métallique aplati, étanche, renferme les résistances et constitue un élément de rechange. Les éléments, placés à côté les uns des autres en groupes de six, sont connectés sur la plaque avant du four, laquelle est amovible.

Les grands magasins du Printemps ont installé des fours de cuisson électrique d'une puissance totale de 30 kw à raison de 5 kw par mètre carré de sole. La consommation d'un four de 2 m² de sole

Digitized by Google

est de 30 à 40 kw-h. Le jeu du tarif dégressif fait ressortir la dépense horaire de courant entre 12 et 15 fr. Le chauffage par le gaz à 0,55 fr le m³ entraîne une dépense à peu près double.

En ce qui concerne la boulangerie, il faut tenir compte de la nécessité d'évaporer 30 kg d'eau pour obtenir 100 kg de pain, ce qui entraîne une consommation de 300 w-h par kg de pain. La cuisson électrique n'est, par suite, possible que si le prix du kw-h est inférieur à 0,05 fr. Par contre, le chauffage électrique est possible pour les fours à émailler qui n'exigent qu'une température de 220° C. Il a été construit des fours pour duralumin, où la température atteint de 500° à 510° C. Un tel four, de 5 m de long, a été maintenu au rouge naissant pendant 15 000 h sans qu'il ait été nécessaire de changer un seul élément. Une nouvelle substance dérivée du carborundum, la silite, supporterait 1 400° C et aurait une résistance mécanique de 200 kg/cm². On la trouve dans le commerce en tubes moulés.

M. Marty signale que, depuis la guerre, l'alliage nichrôme est produit en France par les Aciéries d'Imphy, Holtzer et Firminy.

4e SECTION. — GROS APPAREILLAGE, CANALISATION, TRACTION

Président : M. PARODI.

SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1924. — 1° *Extension des réseaux à haute tension aux Etats-Unis.* — M. le président donne la parole à M. Samuel, ingénieur à la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans, qui a étudié sur place les installations à 220 000 volts de Californie dont le coefficient d'exploitation est excellent.

M. Samuel indique les caractéristiques des lignes de la Southern California Edison C° qui fonctionnaient à 150 000 volts jusqu'en 1923. Le débit augmentant continuellement, la question se posa à ce moment de doubler les lignes existantes ou de porter la tension à 220 000 volts. L'étude des deux solutions ayant fait ressortir une économie de 7 millions de dollars en faveur de la seconde, celle-ci fut adoptée. Des essais préalables ayant montré la nécessité d'ajouter deux ou trois éléments aux chaînes d'isolateurs suspendus, il fallut relever les pylônes pour ramener, à la valeur prescrite, la distance minima entre le sol et le point le plus bas des lignes. Cette opération fut exécutée sous tention, sans interrompre le service et le passage de 150 000 à 220 000 volts eut lieu en mai 1923 (1).

(1) Voir Bulletin de la Société française des Electriciens, décembre 1924, page 1134.

Digitized by Google

De mai 1923 à mai 1924 ,il se produisit sur les lignes un grand nombre d'amorçages d'arc, principalement à l'extérieur de la chaîne entre fils et masse. Une surveillance active, exercée par des veilleurs de nuit placés aux points culminants, amenèrent à reconnaître que ces accidents étaient dus à la chute d'excréments d'oiseaux perchés sur les pylônes. M. Samuel décrit les précautions prises et qui réduisirent à un ou deux par mois le nombre de ces incidents. Les lignes sont sectionnées par des postes de croisement, à commande manuelle ou automatique, en sorte qu'une section où se produit un accident est mise hors service et que le transport continue normalement sur la ligne non troublée et sur les sections non troublées de l'autre. Le réseau de la Southern California assure maintenant, dans ces nouvelles conditions, le transport d'énergie à 430 km. M. Samuel donne des renseignements analogues sur le réseau de la Pacific gaz and electric C°, qui comprend deux lignes de 325 km entre les usines de Pit River et San Francisco. Ces deux lignes fonctionnaient à 110 000 volts : la tension a été montée sur l'une d'elles à 220 000 volts, l'autre pouvant encore à 110 000 volts faire face au débit actuel. M. Samuel expose les nouveaux dispositifs de chaînes et de sectionneurs qui ont été adoptés pour permettre de doubler ainsi la tension.

2° *Enquête sur les conditions de fonctionnement des bobines de Petersen.* — M. le président rappelle l'article que M. Mauduit a fait paraître sur ce sujet dans la *Revue générale de l'Electricité* du 1er novembre 1924 et demande si parmi les membres de la section il en est qui aient connaissance d'exploitations où ces bobines seraient employées et des observations qu'elles provoqueraient. Aucun des assistants ne peut citer, en France, d'installations les utilisant. M. Samuel en a vu en Suisse, où il a recueilli l'affirmation que la bobine Petersen doit être calculée spécialement pour le réseau où elle est placée, et doit être remplacée à chaque modification importante de celui-ci.

3° *Mesure des faibles angles de déphasage.* — M. Vassilière-Arlhac expose la méthode et les schémas de montages employés pour cette mesure par M. Janvier, en utilisant un vibroredresseur de son invention, connecté avec un galvanomètre à courant continu. Il arriverait ainsi à mesurer des angles à 15 secondes près, sous des tensions de service de 20 000 volts. En utilisant des transformateurs de potentiel jusqu'à 140 000 volts il aurait pu, au cours

Digitized by Google

d'essais contrôlés exécutés en Suisse, connaître à 0,03 pour cent près le rapport de transformation et à trois minutes près la valeur des angles. Il emploie au lieu d'abaques un monogramme intégral. En courant non sinusoïdal, il réussit à étouffer les harmoniques grâce au réglage que permet le vibroredresseur. Il a étudié ainsi les chaînes d'isolateurs et l'effet de couronne. Sa méthode dispense de recourir au galvanomètre de résonance pour lequel nous sommes, en France, tributaires de l'étranger.

M. de la Gorce exprime, à ce propos, le regret que les constructeurs français aient abandonné aux étrangers la construction de ce dernier appareil, créé en 1893 par M. Blondel et dont l'emploi est très facile. Il l'a utilisé récemment au cours d'essais qu'il a effectués à l'usine de l'Union d'électricité à Gennevilliers. Il y aurait tout intérêt à construire cet appareil en France et à en répandre l'emploi.

5e SECTION. — TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE, TRANSMISSIONS PAR ONDES

Président : M. Langevin.

Président suppléant : M. Béthenod.

Séance du 15 décembre 1924. — *Le théâtrophone.* — M. Testavin, ingénieur à la Société le Théâtrophone, fait un exposé historique de cette application qui fut l'une des premières ayant posé le problème des hauts-parleurs, résolu seulement par l'emploi des amplificateurs cathodiques. Le dispositif fonctionnant actuellement sur le réseau téléphonique de Paris comporte un amplificateur à cinq étages placé au théâtre même et un amplificateur à deux étages et deux de réserve placés au Central téléphonique. L'amplificateur du Central téléphonique alimente des distributeurs comprenant une lampe et un transformateur de sortie par abonné. Chez celui-et il n'y a qu'un haut-parleur du type à diaphragme. L'impédance du moteur est inférieure à l'impédance terminale de la ligne d'abonné. Le réseau spécial emprunte les lignes téléphoniques de l'Etat pour aboutir chez les abonnés.

M. Testavin expose comment s'établissent les communications et comment les abonnés peuvent conserver la libre disposition de leur appareil de conversation.

Digitized by Google

Au cours de la discussion générale qui s'engage sur la qualité des auditions théâtrophoniques et sur leur comparaison avec les réceptions en haut-parleur d'émissions radio-téléphoniques, M. Testavin expose que la qualité de l'audition est de beaucoup supérieure à celle de la téléphonie sans fil, en raison du fonctionnement des postes émetteurs et récepteurs que celle-ci emploie.

M. le Président reconnaît que l'onde porteuse à haute fréquence, par les complications qu'elle entraîne pour sa modulation et sa détection, déforme les sons reçus ; mais il demande si, par contre, le courant d'éclairage du théâtre n'influence pas les amplificateurs. M. Testavin répond que les amplificateurs et leurs accessoires sont protégés contre les courants parasites par un blindage de tôle de fer de plusieurs millimètres d'épaisseur. Des filtres genre Campbell, et des appareils de mise à la terre protègent l'installation contre l'influence des distributeurs Baudot, des courants de traction et des émissions radiotéléphoniques que détectent parfois les lampes amplificatrices. M. Testavin ajoute qu'il existe plusieurs abonnés en banlieue, dans un rayon d'une trentaine de kilomètres, mais que le développement de la clientèle extra-muros est limitée en raison, d'une part, de la taxe prélevée sur les communications par l'administration des Postes et Télégraphes, de l'autre du petit nombre des circuits disponibles.

Digitized by Google

ECHOS DES SOCIETES ETRANGERES

SOMMAIRE

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal de décembre 1924 : 1° Extraits de l'adresse du président Osgood à la réunion de Pasadena ; 2° Sommaires des communications, p. 81-84.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal de décembre 1924 : 1° Notes de l'Institution ; 2° Extraits des adresses présidentielles ; 3° Sommaires des communications, p. 84-95.

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS. — Bulletin de décembre 1924 : 1° Assemblée de discussion du 13 décembre 1924, à Berne ; 2° Sommaires des communications techniques, p. 95-96.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA. — Journal des 15 et 25 décembre 1924 : 1° Notes de l'Association ; 2° Sommaires des communications, p. 96-98.

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal de décembre 1924)

1° EXTRAITS DE L'ADRESSE DU PRÉSIDENT OSGOOD A LA RÉUNION DE PASADENA. — A propos des recherches scientifiques, le président exprime la reconnaissance des ingénieurs envers M. Swasey qui a doté l'Engineering foundation de 500 000 dollars par un versement personnel. Les quatre grandes sociétés d'ingénieurs américains s'apprêtent à augmenter cette mise et elles seront chargées d'exécuter les recherches sous le contrôle de l'Engineering foundation. M. Osgood espère que ce service des recherches disposera quelque jour d'un revenu d'un million de dollars.

Examinant ensuite les divers devoirs qui incombent aux ingénieurs, il souligne celui des électriciens envers l'Institute et qui consiste à lui adresser une communication sur toute nouveauté intéressante.

2° SOMMAIRES DES COMMUNICATIONS. — (N. D. L. R.). — *En raison de l'abondance des communications présentées aux quatre réunions annuelles de l'Institute, le Journal, à partir du numéro de décembre, en donne seulement un résumé, ou même un sommaire de quelques lignes. Nous ne mentionnons ici que les résumés comme pouvant seuls être utilement consultés dans le journal.*

Digitized by Google

a) *Essais des pertes par effet de couronne exécutés en novembre 1923 sur la ligne de 320 km, 220 000 volts, 60 p : s de Pit à Vaca de la Pacific Gas and Electric C°, par M. Wilkins de ladite Compagnie. 4 000 mots, 16 courbes, 4 oscillogrammes.* L'article décrit les trois méthodes employées pour les mesures et qui ont donné des recoupements satisfaisants. La perte par effet couronne est représentée en fonction de la tension à l'origine de la ligne par une courbe expotentielle. Le phénomène paraît comprendre trois phases distinctes :

1° Au-dessous de la tension correspondant à l'apparition de la couronne, les pertes sont déjà assez considérables pour amener, dans certains cas, à doubler le diamètre du conducteur ;

2° A partir de la tension à laquelle la couronne devient visible, les pertes croissent plus vite que pendant la première phase ;

3° A une tension suffisamment haute le troisième harmonique déforme la courbe de courant et l'accroissement des pertes avec la tension s'atténue.

Lorsque l'on abaisse la tension pour diminuer la perte par couronne, la perte par effet Joule augmente. Il y a donc une tension correspondant à la perte totale minima et qui dépend de la région où la ligne est installée.

Les pertes observées représentent annuellement environ 23 millions de kilowatts-heures correspondant à une dépense de 500 000 francs or.

b) *Usine électrique pour le travail du bois au Pacific Nord-Ouest, par M. Wright, 3 000 mots, 1 tableau indiquant les moteurs employés et leur application ; 5 figures, 4 diagrammes de fonctionnement.*

c) *Méthodes pratiques adoptées pour la surveillance des réseaux téléphoniques, par M. Harden, de l'American Telephone and Telegraph C°, 2 000 mots, 9 figures, 1 carte, 1 tableau.* L'article expose les modes pratiques d'application de méthodes d'essai dans les installations téléphoniques du Bell System.

d) *Harmoniques de aenture, par MM. Weber, de la Westinghouse Electric and Manufacturing C°, et Lee, de la John Hopkins University de Baltimore. 1 960 mots, 2 figures, 11 diagrammes dont 2 en coordonnées polaires, 2 tableaux dont l'un donne l'amplitude des divers harmoniques.*

L'étude s'applique en particulier aux moteurs à champ tournant.

Digitized by Google

La méthode employée à la fois graphique et analytique aboutit à la conclusion que l'ordre des harmoniques est donné par l'expression Kn-1, K étant entier, et n étant le nombre des rainures par paire de pôles.

e) *Déséquilibres dans les circuits téléphoniques : leur mesure et leur localisation, par MM. Ferries et Mac Curdy, du Service des recherches de l'American Telephone and Telegraph C°, 6 000 mots, 9 schémas, 4 courbes, 1 tableau.*

Les auteurs rappellent que les déséquilibres entre circuits téléphoniques voisins se traduisent par des effets d'induction qui brouillent les communications. Ils décrivent les méthodes et appareils pratiquement employés. Ils concluent que l'effet des déséquilibres dépend de la manière dont l'énergie est envoyée dans les circuits, et que les méthodes décrites suffisent à les localiser.

f) *L'interconnection dans les réseaux électriques des Etats du Sud, par M. Mitchell, assistant général à l'Alabama Power C°, 9 000 mots.*

L'auteur signale les conditions particulières de cette région, qui embrasse six Etats situés au Sud des Appalaches : pas de chute de neige, variations du débit des cours d'eau dans la proportion de 1 à 1 000, usines à vapeur situées sur le carreau des houillères en raison de l'élévation des tarifs de transport. Il fait l'historique du développement des interconnexions, dont la première remonte à 1912. Après des considérations d'ordre économique, il signale que les lignes d'interconnexion, qui transportent souvent des puissances de 25 000 kw, doivent avoir un facteur de puissance aussi voisin que possible de l'unité. On a donc installé des condensateurs synchrones de 20 000 et même 27 000 kv-A auprès des centres de production pour en tirer le meilleur profit. Parfois on utilise à cet effet les alternateurs de réserve, désembrayés du moteur primaire. Des compteurs à haute tension sont installés dans les sous-stations de jonction. Pour les mises en parallèle, on emploie, en général, des interrupteurs dans l'huile à 110 000 volts. Il est essentiel, pour la réussite de la manœuvre, que la fréquence soit maintenue rigoureusement constante ; dans l'espèce à 60 p : s.

Les indicateurs de fréquence bien qu'étalonnés très exactement présentent toujours quelques écarts. On y remédie par l'emploi de Warren Master Clocks placées soit dans les principales stations régulatrices, soit au bureau du répartiteur des charges. La fré-

Digitized by Google

quence est donnée par celle des usines productrices qui fournit la plus grande quantité d'énergie. Les autres se règlent sur elle. A la tête de l'un des réseaux se trouve un répartiteur général qui assume la responsabilité des décisions urgentes. Des relais de protection mettent hors circuit les alternateurs, transformateurs et câbles avariés. Le contrôle de la tension est très important puisque les réseaux qui sont à la tension la plus haute absorbent le plus de courant réactif. On peut la maintenir constante en faisant varier en même temps que la charge transmise par chaque ligne d'interconnexion, sa composante réactive.

Actuellement, la puissance installée des usines génératrices hydroélectriques est de 782 000 kw ; celle des usines thermiques est de 353 000 kw ; en 1923 la pointe a atteint 740 000 kw et le débit total annuel 3 250 000 000 kw-h. On compte que ces nombres seront doublés en 1930.

g) *Résultats donnés par les relais de protection sur la boucle de la Duquesne Light C°, par M. Sleeper, ingénieur chef du service de la protection à la Duquesne Light C°, Pittsburg.* 4 300 *mots,* 1 *carte,* 5 *schémas,* 1 *tableau des accidents survenus.*

Une ligne en boucle à 66 000 volts entoure la ville de Pittsburgh. Elle est alimentée aux extrémités d'un diamètre par deux usines génératrices de 120 000 kw de puissance chacune. Le système de protection par relais dont cette ligne est munie a été décrit dans le numéro de juillet 1923. Pendant une année de fonctionnement dans une région où les orages, qui durent parfois plusieurs heures, sont d'une extrême violence, et déterminent de nombreux accidents sur les isolateurs, les appareils de protection ont fait un excellent service. L'auteur donne un compte rendu exact de tous les accidents survenus et indique les modifications qui ont dû être apportées à l'installation primitive.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal de décembre 1924)

1° NOTES DE L'INSTITUTION. — *a) Echanges de visites avec les ingénieurs norvégiens.* — A la requête de la Norsk Elektroteknisk Forening, le Conseil de l'Institution a accepté un accord sur les conditions des échanges de visites entre les membres des deux Sociétés. Le secrétaire de l'Institution délivrera aux membres qui

Digitized by Google

en feront la demande une lettre d'introduction pour la Société norvégienne, mentionnant les firmes ou les compagnies avec lesquelles ils désirent entrer en relations.

Voyage à Lyon des membres étudiants de l'Institution.

Une note expose qu'en août 1924, les groupes locaux des membres d'étudiants organisèrent une visite en France sur l'invitation de la Société française des Electriciens (1).

M. Dumont, secrétaire général, et M. Rivière, secrétaire général adjoint du groupe Sud-Est, en avaient arrêté le programme avec M. Reyner, secrétaire du groupe de Londres des membres étudiants. M. Rivière reçut nos jeunes collègues à leur arrivée à Lyon et leur servit de guide pendant tout le temps de leur visite. Le premier jour ils parcoururent la ville et le palais de la Foire où ils furent reçus par le Comité. Le lendemain, ils visitèrent la station continue système Thury, de la Société générale de Force et de Lumière, et la station centrale de la Mouche, de la Compagnie du Gaz et de l'Electricité de Lyon, qui comprend une station de transformation extérieure à 70 000 volts. Suivant le désir qu'ils avaient exprimé, ils furent reçus dans la manufacture de soie Vital, Mathieu et fils, puis à l'usine des moteurs Berliet, où un lunch leur fut offert. Une journée fut consacrée à un vignoble du Beaujolais, suivie d'une réception au château de Pizay. Ils se rendirent ensuite à Saint-Etienne où ils visitèrent les installations à 120 000 volts de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre et celles de la Compagnie des Mines de la Loire où un lunch les attendait encore. Ils furent admis enfin à visiter la station radiotélégraphique de Lyon et après avoir parcouru de nouveau la ville et les environs, ils se réunirent en un dîner d'adieu au cours duquel ils témoignèrent leur reconnaissance à M. Rivière en lui remettant un souvenir.

La note du Journal se termine par ces mots :

« Le Comité désire exprimer combien il a apprécié la courtoisie avec laquelle il a été reçu partout en France et, en particulier, par les firmes et les institutions publiques qu'il a eu le privilège de visiter. Tous les participants garderont un souvenir durable de cette très généreuse hospitalité. »

---

(1) N.D.L.R. — En réalité, comme on va le voir, c'est le Groupe du Sud-Est qui a organisé les visites et les réceptions dans la région lyonnaise.

Digitized by Google

2° Extraits des adresses présidentielles (1).

a) Discours de M. Woodhouse, président entrant de l'I. E. E.

Développement de l'Institution. — Le président attribue le rapide développement pris par l'Institution au cours des dernières années, à la souplesse avec laquelle elle s'est prêtée à la création d'organismes nouveaux répondant à de nouveaux besoins tels que la British Engineering Standards Association, l'Electrical Research Association, l'Electrical Development Association, la Wireless Section, et enfin les groupes régionaux et coloniaux.

Formation des ingénieurs. — Passant à la question si importante de la formation du haut personnel de l'industrie électrique, il réclame une instruction aussi large que possible, complétée par des échanges d'ingénieurs entre les producteurs d'énergie et les constructeurs de machines, par des stages dans les services comptables et par un enseignement postscolaire vers lequel les industriels doivent pousser leurs agents en leur attribuant des honoraires suffisants.

Développement de l'éclairage et de la force motrice. — Il fait ensuite la revue des progrès accomplis dans les diverses branches de l'industrie électrique. En ce qui concerne l'éclairage, il admet que la consommation annuelle en Grande-Bretagne est, par tête d'habitant, de 10 kwh et que le nombre des maisons dotées de l'éclairage électrique est de 20 pour cent du nombre total. Il remarque que cette consommation peut être développée encore par les emplois décoratifs de l'énergie électrique et qu'elle est fonction, beaucoup moins du prix de la production à l'usine que du prix des installations intérieures et de celui de la distribution. Pour la force motrice, le coût de la production est, au contraire, l'élément prédominant car l'emploi de la force électrique est concurrencé par les installations isolées de machines à vapeur, et l'écart entre les deux prix de revient est souvent faible. Cet écart augmente, au profit de l'énergie électrique, avec la puissance de la station génératrice. L'interconnexion des réseaux et la suppression complète des petites stations, actuellement poursuivie en Grande-Bretagne,

(1) N.D.L.R. — Nous croyons intéressant d'extraire des adresses présidentielles de l'Institution of electrical Engineers qui constituent une revue et une mise au point des récents progrès en électrotechnique.

Digitized by Google

constituera, à cet égard, un nouveau progrès. L'emploi des machines électriques d'extraction a été retardé dans les mines par la crainte d'abandonner les anciennes machines à vapeur qui donnaient toute sécurité, mais les installations réalisées électriquement permettent d'augurer un rapide développement de cette application.

Chauffage. — Le chauffage électrique souffre de la comparaison entre les prix de la calorie, tirée directement du charbon et de celle produite par transformation du kilowattheure, mais il reprend souvent avantage quand on fait intervenir les considérations de rendement. Toutefois, pour en généraliser l'emploi, il serait nécessaire d'apporter un changement radical aux méthodes de production et d'établir, dans ce but, une étroite coopération entre les producteurs de coke, de gaz ou d'autres combustibles. La distillation de la houille doit, à cet égard, intéresser particulièrement l'électricien. Avant la guerre la consommation de houille en Grande-Bretagne atteignait annuellement 200 millions de tonnes, ce qui constituait un véritable gaspillage. Depuis, les efforts des ingénieurs ont toujours tendu à la réduire, en même temps que se développait l'emploi des combustibles liquides.

Transmission de l'énergie électrique. — A propos du coût de la transmission et de la distribution de l'énergie électrique, il faut remarquer que les procédés techniques sont restés presque identiques à ce qu'ils étaient il y a 20 ans, alors que le rendement des usines thermiques a doublé au cours de la même période. On peut admettre que pour l'éclairage le coût de la distribution majore de 300 pour cent celui de la production. A titre de comparaison, le prix de la distribution du lait, faite de porte en porte, n'ajoute que 100 pour cent à son prix de vente. On peut attendre une réduction du fait de l'augmentation des applications domestiques. Mais il ne faut pas perdre de vue que, pour amener l'électricité aux petits consommateurs, surtout à ceux qui sont disséminés dans la campagne, il est nécessaire de fixer des prix de vente du kilowattheure qui tiennent compte de la rémunération des capitaux immobilisés dans les lignes. Le président rappelle ensuite les avantages et désavantages bien connus de l'interconnexion des réseaux. La limite économique de l'interconnexion dépend, dans une grande mesure, de la tension de transport et de la quantité d'énergie à fournir. En Angleterre on a tendance à employer plutôt les câbles

Digitized by Google

souterrains et les fabricants envisagent avec faveur l'exécution de câbles à trois conducteurs à 60 000 volts. Le système triphasé est considéré jusqu'ici comme se prêtant le mieux aux transports à haute tension. Néanmoins il présente des inconvénients, tels que le prix des interrupteurs et des dispositifs de protection. Ce prix augmente rapidement avec l'importance de la distribution, puisqu'un interrupteur, par exemple, doit, en cas de défaut, couper la totalité du flux d'énergie qui s'y écoule. Le service de l'interrupteur peut être allégé par l'introduction de réactances additionnelles en des points déterminés. L'alternateur, auquel on demandait jadis de maintenir la tension constante, reçoit maintenant une caractéristique inverse ; le transformateur est établi pour résister aux courants de court-circuit aux dépens du réglage et au courant en phase s'ajoutent de forts courants magnétisants ou parasites. Il est donc nécessaire d'introduire dans les centres principaux et secondaires de distribution des organes de réglage coûteux, dont la réalisation s'est montrée, jusqu'ici, plutôt inférieure aux besoins.

Pour remédier au retard inévitable du fonctionnement des interrupteurs, on a eu recours aux valves électroniques qui ne présentent ni frottement, ni inertie électrique ou mécanique. M. Highfield a d'autre part, étudié la transmission en courant continu, comme application de son transverter ; le système présente de nombreux avantages, et on attend beaucoup des travaux auxquels il va donner lieu. Il y a, en effet, intérêt à remédier aux inconvénients actuels du système à haute tension et, en particulier, d'abaisser son prix de revient. Par exemple, le transport du charbon sur rails du South Wales, à Londres, est moins coûteux que l'établissement d'une station électrique sur le carreau de la mine et de la ligne de transmission correspondante. Si les lignes aériennes sont, en général, économiques, il n'en est plus de même dans une localité à population dense.

b) *Allocution présidentielle au groupe de l'Ouest* (Bristol, 6 octobre 1924). *Tramways électriques.* M. Nairn. — Après un court historique, rappelant que les premiers tramways électriques furent mis en service en Grande-Bretagne de 1883 à 1884, le président traite la question de la régénération que, seule parmi les véhicules, l'automotrice électrique permet d'assurer. Il remarque que, commercialement parlant, ce système n'est pas avantageux, car l'éco-

Digitized by Google

nomie réalisée sur la dépense de courant ne couvre pas le service des capitaux nécessaires pour l'installation des appareils.

Il attribue son succès en Amérique au fait qu'il réduit l'usure du matériel en supprimant le freinage mécanique.

En ce qui concerne les lignes, la ligne aérienne avec retour par le rail est la plus usitée en Angleterre. Le conducteur est le plus souvent en cuivre dur bien que sa conductibilité ne soit que 40 pour 100 de celle du cuivre électrolytique. On a récemment introduit un alliage cadmium-cuivre qui joint à l'avantage d'une conductibilité égale à 90 pour 100 de celle du cuivre électrolytique, celui d'une résistance à l'usure voisine de celle des autres alliages. Pour les isolateurs, la porcelaine remplace graduellement les compositions isolantes venues d'Amérique.

Grâce aux nombreuses études faites, l'électrolyse est maintenant à peu près inconnue. La soudure des éclisses aux rails se fait à l'arc soit métallique soit au carbone. Dans de nombreux districts du centre de l'Angleterre, circulent des automotrices sans rails avec double fil aérien.

Les véhicules à accumulateurs n'ont pas fait les progrès que l'on espérait en raison de leur prix élevé et de la difficulté de la recharge. Mais ils sont sans égal pour les services exigeant de nombreuses voitures, des arrêts fréquents, et où la longueur du trajet est modérée. Pour les services intérieurs, leur succès est considérable. En ce qui concerne l'éclairage des véhicules à essence, étant donnée l'irrégularité des trajets et celle des périodes d'éclairage, il conviendrait d'employer des dynamos à tension constante, dont le débit serait proportionné à l'état de charge de la batterie. L'allumage des moteurs à explosion est presque toujours réalisé par magnéto. Les bobines ne fonctionnent parfaitement que si l'état de la batterie est constamment surveillé.

c) *Allocution présidentielle au groupe du Nord-Ouest* (Manchester, 4 novembre 1924). *Le développement de l'industrie électrique.* — M. Lamb. — *Emplois domestiques.* — Malgré l'usage du tarif binôme, comprenant un terme fixé d'après la surface du logement et un coefficient beaucoup plus bas affectant l'énergie consommée, l'électricité n'est installée que dans 10 000 des 200 000 habitations de Manchester, alors que 80 pour 100 au moins des maisons sont électrifiées dans les villes d'Amérique. Cette différence est due à l'emploi, par les compagnies américai-

Digitized by Google

nes, du paiement différé des installations, l'avance des frais étant faite, soit par les compagnies elles-mêmes, soit par des banques affiliées ; avant 1923, il n'y avait que 100 cuiseurs installés à Manchester et une année après l'instauration du système de location et d'entretien, il y en avait 500. Cette méthode inspire confiance au consommateur qui se rend compte qu'il ne lui sera pas livré d'appareils défectueux.

Eclairage public. — Son développement récent peut être attribué, d'une part, à celui de l'éclairage des magasins, d'autre part à la nécessité d'éclairer les rues pour y permettre la circulation rapide des véhicules sans augmenter d'autant le nombre des accidents. Les lampes publiques éclairent maintenant réellement la chaussée,alors que jadis elles ne constituaient guère que des bouées jalonnant la direction d'un chenal. En dépit du haut rendement des arcs à flamme, ils sont remplacés rapidement par les lampes à incondescence en milieu gazeux, moins coûteuses comme première installation et comme entretien et qui donnent un rendement supérieur grâce à l'emploi de diffuseurs rationnels. Le facteur de charge de l'éclairage public pour la nuit entière est de 40 pour 100 ; il est par suite très avantageux. Par contre, il rentre dans la charge de pointe. La consommation varie, suivant le système d'éclairage, de 5 à 25 watts par mètre courant de rue.

Câbles à très haute tension. — Le constant accroissement des tensions employées a nécessité la fabrication de câbles fonctionnant à plus de 30 000 volts. En Angleterre, on les réalise surtout à conducteurs multiples et sur le continent à conducteur unique. On fait valoir, en faveur de cette deuxième solution, que, dans ce cas, les protecteurs automatiques n'ont à faire face qu'aux défauts à la terre et non aux courts-circuits entre phases. Mais, dans les installations importantes avec des câbles à 33 000 volts, même lorsque le défaut se produit à plusieurs kilomètres de la station, si l'installation est importante, le choc est très dur, et d'ailleurs deux terres peuvent se produire simultanément. On a fait valoir aussi que les jonctions d'un câble à un conducteur présentent moins de chances de rupture qu'une boîte à trois conducteurs ; mais, sur un réseau donné, elles sont trois fois plus nombreuses et elles constituent autant de points faibles au point de vue des rentrées d'eau. Un autre inconvénient des câble à un conducteur est que, ne pouvant être armés, ils sont plus sujets à être

Digitized by Google

endommagés par les opérations de pose. Il est d'ailleurs probable que, compte tenu de la pose et des jonctions, ils coûtent finalement plus cher. La considération des charges du capital et des pertes par courants de Foucault doit conduire à une tension minima permettant l'emploi des câbles à un conducteur et celle des difficultés de fabrication à un maximum pour l'emploi des câbles à conducteurs multiples. Ces deux limites inverses doivent être d'ailleurs assez proches l'une de l'autre aux environs de 50 000 volts. Les câbles à 33 000 volts posés entre Manchester et Salford fonctionnent sans incident depuis 5 ans. Depuis, plus de 90 km de câbles à la même tension ont été posés dans la ville et dans sa banlieue.

Il faut reconnaître toutefois qu'en Angleterre, comme en Amérique et sur le continent, des câbles aux tensions de plus de 30 000 volts ont donné lieu à des accidents qui ont imposé l'abaissement provisoire de la tension d'exploitation. Ces accidents peuvent être attribués en partie aux difficultés de la pose, en partie à celles de fabrication : de très légères modifications apportées à cette dernière sont susceptibles d'amener un échec. Il est nécessaire de débarrasser l'isolant de toute trace d'air et d'humidité et d'obtenir sa complète compacité. Les variations de température résultant de l'application et de la suppression alternatives de la charge déterminent des déplacements de l'humidité et de l'huile d'imprégnation qui peuvent finalement amener une rupture, même si le câble a supporté après fabrication une épreuve à tension très supérieure à la normale. Etant donné la grande proportion d'isolant qu'ils renferment, les câbles à très haute tension ont une faible résistance mécanique et exigent beaucoup plus de soins que les câbles à tension ordinaire au cours des manipulations. Au point de vue électrique, la dissymétrie des potentiels statiques entre les trois noyaux constitue une difficulté plus grande que celle résultant du gradient maximum dans les couches voisines du conducteur.

Dispositifs protecteurs dans les grandes installations. — Au-dessus de 30 000 volts, on a souvent à faire face à des courts-circuits entre phases et il n'a pas toujours été possible d'obtenir des appareils de protection un fonctionnement assez rapide pour isoler le feeder défectueux avant que l'installation entière ait été troublée. Les avantages de la simplicité et de la sûreté de fonctionnement sont maintenant reconnus, mais les appareils actuels

Digitized by Google

laissent encore place pour de nouveaux progrès, spécialement au point de vue de leurs qualités mécaniques. D'autre part, le fonctionnement de certains d'entre eux est troublé par les forts courants de capacité des câbles en cas de défaut. Même observation peut être faite dans les installations où l'alternateur et le transformateur élévateur ont une protection commune et où le courant magnétisant du transformateur introduit une composante non équilibrée du courant de circulation.

d) *Allocution présidentielle au groupe Centre-Nord* (Leeds, 11 novembre 1924) : B. Boyes Johnson.

Campagne contre la fumée. — Les districts les plus enfumés sont ceux où la mortalité infantile est la plus élevée, et ceux aussi où la population est le plus révolutionnaire. En 1923, les affections rhumatismales attribuées principalement au manque de soleil, privaient les sociétés d'un bénéfice de cinquante millions de francs-or et la nation anglaise de trois millions de jours de travail. On tolère la fumée parce qu'on y est né, et peut-être par application du proverbe : pas de richesse sans saleté. Il est temps de s'apercevoir que l'une n'est pas la conséquence forcée de l'autre. Le remède est dans l'emploi généralisé de l'électricité à domicile et dans la distillation de la houille surtout à basse température.

Développements de la téléphonie. — Le téléphone n'a fait son apparition qu'en 1878 et il existe maintenant plus de 20 millions de centraux téléphoniques dans le monde, dont près de 1 250 000 en Grande-Bretagne. Un multiple téléphonique permet à un opérateur d'atteindre 10 000 abonnés. L'adoption du système automatique supprime toute limite. Ce système fut installé d'abord à Epsom en mai 1912. La première grande ville ainsi équipée fut Leeds, où l'Automatic Telephone Manufacturing C° installa un réseau à 5 nombres en 1918. Les résultats furent tels que le Post-Office a entrepris la généralisation du système. Parallèlement, la portée des communications s'est considérablement accrue. La première circulaire commerciale de Graham Bell la fixait à 32 km. Elle est devenue aujourd'hui illimitée, grâce aux câbles pupinisés et aux lampes amplificatrices.

e) *Allocution présidentielle au groupe d'Ecosse* (Glasgow, 11 novembre 1924) : M. Lindsay.

Les progrès réalisés par l'industrie électrique sont caractérisés

Digitized by Google

par les données suivantes qui s'appliquent à la ville de Glasgow :

1893. — Capital investi en francs-or : 2 400 000 ; puissance installée en kw : 360 ; production annuelle en kw-h : 408 500; consommation de charbon en kg : kw-h : 9,00.

1924. — Capital investi en francs-or : 17 500 000 ; puissance installée en kw : 151 000 ; production annuelle en kw-h : 206 millions; consommation de charbon en kg : kw-h 0,86.

3° Sommaires des communications. — a) *Pertes dans le fer des machines à courant continu, par M. Hugues,* 6 400 *mots,* 18 *courbes,* 1 *figure,* 9 *tableaux.*

L'auteur reproduit les résultats trouvés dans la mesure des pertes sur 6 machines à courant continu à flux non déformé. Ces mesures avaient pour but de déterminer :

1° L'effet d'une forte densité de flux sur la perte par hystérésis;

2° Les exposants des termes hystérésis et courants de Foucault pour une large variation de la densité de flux ;

3° La zone des valeurs de fréquence et de densité de flux pour lesquelles la perte totale dans le fer peut être représentée par une expression de la forme : $K_1 f^x B^y$.

4° L'accord entre les valeurs de la perte dans le fer ainsi calculées et les valeurs mesurées pour une très large zone de fréquence et de densité de flux.

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur examine l'accroissement de la perte dans le fer avec la charge. Il considère la perte due au flux du pôle de commutation et il propose une méthode de calcul de la perte dans le fer pour tout degré de distorsion du flux principal. Il compare les résultats calculés suivant cette méthode avec ceux mesurés sur une dynamo dans laquelle un enroulement de compensation permettait de faire varier le degré de distorsion.

b) *Programme d'étude des matières ininflammables et à extinction spontanée employées en électrotechnique. Rapport N°* 10 *de la British Electrical and Allied Industries research Association,* 4 550 *mots,* 11 *figures.*

L'expérience ayant montré que la manière dont ces substances résistent aux températures élevées et aux conditions atmosphériques varie beaucoup, on a recherché des conditions d'essai permettant de les classer par ordre de valeur. Un très grand nombre d'essais ont été exécutés pour éprouver la méthode proposée. Les résul-

Digitized by Google

tats en seront donnés dans un rapport ultérieur. Le présent rapport indique minutieusement les dimensions des éprouvettes et des appareils dont l'application est proposée. Des expériences de vieillissement à la température ordinaire seront prolongées pendant deux années, au cours desquelles, tous les six mois, il sera exécuté des essais de choc, de résistance à l'arc et de déformation.

c) *Section de télégraphie sans fil : M. Shaugnessy, 4 500 mots, 6 figures.* L'auteur donne des renseignements sur le couplage des circuits pour arcs émetteurs réalisé à la station de Leafield. Il relate les essais des propriétés diélectriques à haute fréquence de diverses essences de bois, en vue de substituer leur emploi à celui de la porcelaine pour les supports de télégraphie sans fil. Certains bois ont supporté 25 000 volts en ondes de 6 800 m sans trace d'échauffement.

Il a exploré la distribution du champ électrique au-dessous des antennes au moyen d'un tube au néon relié à la terre par un pôle et dont l'autre pôle était élevé verticalement jusqu'à ce que le tube s'éclaire. Il reproduit les courbes ainsi relevées.

Il donne des détails sur la nouvelle Station de Rugby. Cette station comprendra 12 mâts de 270 m espacés de 440 m. Chaque isolateur sera essayé à 25 000 volts et à 50 000 pas pendant 6 heures ; il ne devra pas présenter d'échauffement tout en supportant une charge de 270 tonnes. Les bobines d'inductance seront à fils câblés; les condensateurs à mica seront exécutés par Dubilier. Le courant à haute fréquence sera donné par des valves à refroidissement par l'eau, d'une puissance de 10 kw.

L'auteur termine par un rapide historique du développement de la télégraphie sans fil et par une comparaison des divers procédés d'émission. Il remarque que la nécessité de réaliser des transmissions à toute distance et à toute heure de la journée a amené à réaliser des stations à ondes longues qui coûtent de dix à douze millions de francs-or et entraînent des frais d'exploitation annuels de l'ordre de deux à deux millions et demi de francs-or. Ces grandes stations, d'une puissance de 200 kw et au-dessus, sont équipées soit avec des alternateurs de haute fréquence, soit avec des arcs Poulsen, soit avec des valves thermoioniques ; la différence de prix de ces trois sortes d'appareils disparaît dans le coût total de la station. D'autre part, les transmissions par ondes courtes peuvent atteindre toutes distances pendant 7 heures par jour, 4 000 km

Digitized by Google

pendant 18 h. Le Post-Office fait établir par la Compagnie Marconi une station à ondes courtes qui transmettra jusqu'au Canada et ne coûtera que 1 250 000 francs-or. L'auteur estime essentiel de disposer de stations à ondes longues pour la transmission à toute heure des radiogrammes officiels ou des radiogrammes privés urgents et de stations à ondes courtes pour la transmission des télégrammes privés moins urgents.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin de décembre 1924)

1° Assemblée de discussion du 13 décembre 1924, a Berne. — M. Tissot, Président de l'Association et du Comité national pour la World Power Conference, a rendu compte, parmi les trois cent trente rapports qui ont été présentés, de ceux qui étaient d'un intérêt particulier pour l'industrie suisse. Il a fait remarquer que le programme de cette manifestation devrait être restreint dans l'avenir afin de ne pas faire double emploi avec les conférences déjà existantes et de mieux remplir son but propre qui était de dresser l'inventaire des sources d'énergie et de leur utilisation. M. Ringwald, Président de l'Union des Centrales suisses d'électricité, a prié le Comité national pour la World Power Conference d'examiner si une seconde conférence ne pourrait être convoquée à Bâle en 1926.

2° Sommaires des communications techniques. — *Théorie mathématique du percement des isolants solides (article en langue allemande), 2e partie, M. Dreyfus, 4 900 mots, 59 formules, 12 figures.*

L'auteur établit la théorie du percement des isolants en plaques sous l'action prolongée d'un champ électrique uniforme. Suivant l'épaisseur et le degré d'homogénéité, il faut recourir, soit à la théorie des matières homogènes, soit à celle des canaux élémentaires. Dans les deux cas, l'auteur détermine la chaleur dissipée dans le diélectrique et dans les électrodes. La théorie des canaux élémentaires montre que la tension de percement n'est pas une fonction simple de l'épaisseur, mais qu'elle dépend du degré d'hétérogénéité de l'isolant.

b) *Système d'enregistrement à tarif multiple de l'énergie électrique suivant son emploi et le taux du tarif (article en langue allemande), Eckert, 1 300 mots, 2 figures, 1 diagramme de tarifs.*

Le système décrit permet l'emploi d'un dispositif unique pour

Digitized by Google

l'entraînement des compteurs qu'une horloge réglée pour tenir compte des différents tarifs, met alternativement et dans l'espace de quelques secondes en circuit et hors-circuit. L'auteur expose ensuite des applications diverses de ce système.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Journal des 15 et 25 décembre 1924

1° NOTES DE L'ASSOCIAZIONE. — *Visite par le groupe de Milan de la sous-station en plein air de la Société interrégionale Cisalpine de Brughiero,* le 30 novembre 1924. Cette sous-station est la première qui ait été réalisée en Italie pour la tension de 135 000 volts. M. Emanueli a donné des renseignements sur le câble à 135 000 volts, au papier imprégné, qui a été raccordé à titre d'essai sur cette sous-station.

b) Visite de la station radiotéléphonique à ondes dirigées des Aciéries de Lombardie. M. Perego, qui a réalisé cette installation, en a exposé les caractéristiques et a exécuté quelques expériences pour en montrer le fonctionnement.

c) Projections cinématographiques sur les installations italiennes. Le soir du 5 décembre 1925, M. Civita projeta devant les membres du groupe des vues cinématographiques des principales installations électriques et de diverses applications électrotechniques.

d) Etat actuel de la radiophonie. — Le 12 décembre 1925, M. Banfi présenta sur cette question une conférence de mise au point. Après avoir montré, avec le secours d'oscillogrammes, la nature des vibrations musicales et de celles de la voix, il analysa les courbes correspondant aux divers sons et indiqua la complexité des phénomènes qui interviennent dans leur transmission et dans leur réception. Il passa en revue les divers types de récepteurs et il en présenta un nouveau qui atteint un grand degré de pureté. Il termina par quelques expériences de mise en accord avec diverses stations émettrices d'Italie et d'ailleurs.

2° SOMMAIRES DES COMMUNICATIONS. — *a) Nouveau tube autoprotecteur à rayons X : Dr Fauconnier (communication présentée à la réunion annuelle à Spezia, en septembre* 1924). *1 000 mots, 2 figures.*

Ce tube, construit par les Etablissements Philips et livré sous le nom de Philips-Metalix, est caractérisé par sa forme cylindrique

Digitized by Google

et par un filament cathodique circulaire dont l'émission, diaphragmée, tombe sur une région très limitée de l'anticathode, perpendiculaire à l'axe du tube. Les rayons X sortant parallèlement à cet axe ; une triple enveloppe de fer chromé, de plomb et de cuivre arrête les rayons qui tendraient à traverser la paroi. L'un des deux types réalisés fonctionne à 15 000 volts efficaces et peut supporter 15 milliampères pendant 20 secondes ; l'autre à 70 000 volts et 50 milliampères.

b) Développement et limites de l'interconnexion des grands réseaux électriques (communication présentée à la World Power Conference en juillet 1924), *Norsa,* 1 900 *mots,* 1 *carte d'Italie.*

Après avoir rappelé les différents buts poursuivis par l'interconnexion et les différents procédés appliqués pour la réaliser, l'auteur rappelle la difficulté d'installer des disjoncteurs pouvant couper les courants de court-circuit très intenses qui se produisent dans les réseaux interconnectés. Une difficulté de même ordre se présente pour les relais de protection. La réalisation récente de divers systèmes différentiels pour la protection non seulement des machines, mais des lignes, et l'étude de relais basés par exemple sur la distance où se produit le défaut, tendent à triompher de cette difficulté. L'obstacle le plus sérieux semble résider dans le réglage de la tension, du fait que la plupart des stations ont à fournir, outre le service à distance, un service local et que la tension de transport doit pouvoir être réglée indépendamment de la tension locale. On a recours à divers moyens, prises de tension multiples sur les transformateurs régulateurs à induction, combinaison des deux, etc. ; on généralise en outre l'emploi des compensateurs synchrones fournissant du courant en quadrature et pouvant permettre dans quelques cas particuliers, le fonctionnement à tension constante.

Pour la marche en parallèle une certaine stabilité est nécessaire, qui dépend des caractéristiques des réseaux connectés, des fluctuations de la charge, des variations de vitesse, etc. L'importance de ces difficultés a conduit à se demander si l'interconnexion n'entraînait pas, à l'intérieur des installations, une perte supérieure aux gains extérieurs qu'elle apportait et s'il ne serait pas plus sage de répartir les usines en groupes plus restreints. Ce sont néanmoins probablement les conditions économiques qui détermineront la décision.

Digitized by Google

c) *Applications des relais syntonisés par différenciation. Fiochetti, 2 700 mots, 8 figures.*

L'auteur expose le principe d'un relais ampèremétrique différentiel dans lequel les deux courants opposés sont pris sur les deux branches d'un arc double comprenant les combinaisons nécessaires de résistances, d'inductances et de capacités. On peut obtenir ainsi que, pour une valeur donnée de la fréquence et pour celle-là seulement, les deux courants égaux et opposés arrêtent l'appareil. Parmi les applications du procédé, on peut signaler la commande des interrupteurs d'éclairage public lorsque les lampes sont alimentées en dérivation sur un réseau commun.

Digitized by Google

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIETE [1]

Production et utilisation mécanique de l'électricité.

Prospection hydraulique Quelques notes sur la prospection hydraulique, avec des exemples pris dans le département des Hautes-Pyrénées. (Programme de 200 000 chevaux, dans une centrale de 80 000 chevaux et une chute de 1 900 mètres dans le bassin supérieur du Gave de Pau, par Paul Basiaux, ingénieur-conseil. Une brochure 25 cm×16 cm, de 23 pages, avec 6 figures, 4 photographies et une carte hors texte en 3 couleurs. — Toulouse, Editions de « L'Onde », 1925. (Don de l'éditeur et de l'auteur).

Leçons sur le fonctionnement des groupes électrogènes en regime troublé. Perturbation, régulation, asservissement, compensation, par L. Barbillion, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, directeur de l'Institut électrotechnique. Un vol. 22 cm×13 cm, de II-306 pages, avec 166 figures. (« Bibliothèque technologique »). — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'auteur).

Mathématiques. Mécanique.

Théorie dynamique des gaz, par J.-H. Jeans, L. L. D., F. R. S. — Traduit sur la troisième édition anglaise par A. Clerc, ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Electricité et de l'Ecole polytechnique de Zurich. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de 510 pages, avec 26 figures. (Collection de Monographies Scientifiques étrangères publiée sous la direction de M. G. Juvet). — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1925. (Don de l'éditeur).

Statistiques.

L'organisation scientifique des usines, par E. Nusbaumer, ingénieur I. C. P., avec une préface de M. Henri Le Chatelier. Un vol. relié 24 cm×15 cm, de 366 pages, avec 106 figures dans le texte et 18 planches hors texte. — Paris, Nouvelle Librairie nationale, 3, place du Panthéon, 1924. (Don de l'éditeur).

Académie des Sciences de l'Institut de France. — Inventaire des Périodiques scientifiques des Bibliothèques de Paris, dressé sous la direction de M. Alfred Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, par M. Léon Bultingaire, avec la collaboration des Bibliothécaires de Paris et le concours de M. Ad. Richard. — *Fascicule II* (Lettres C à M). Un vol. broché 22 cm×14 cm, de 320 pages. — Paris, Masson et Cie, éditeurs, 1924. (Don de M. Alfred Lacroix).

Commémorations.

Le Livre du Cinquantenaire de la Société française de Physique. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de 160 pages, avec nombreuses figures et planches hors texte. — Paris, Editions de la « Revue d'Optique théorique et instrumentale », 1925. (Don de la Société de la Revue d'Optique).

---

(1) Ces ouvrages peuvent être consultés à la Bibliothèque, 14, rue de Staël, de 14 à 17 heures, tous les jours, sauf le dimanche.

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS

PUBLICATION SUBVENTIONNÉE PAR LA CONFÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES FRANÇAISES A L'AIDE DES FONDS ALLOUES PAR LE PARLEMENT)

GÉNÉRALITÉS. — ETUDES THEORIQUES. — RECHERCHES PHYSIQUES.

Vues générales sur la théorie de la relativité. Traduction autorisée accompagnée d'une étude sur l'œuvre du Professeur EDDINGTON et de notes par Thomas GREENWOOD, de l'Université de Londres, ancien élève de la Sorbonne. Préface de M. Paul PAINLEVÉ. Un volume de 103 pages. — Gauthier-Villars et Cie, 1924. (Don de l'éditeur.)

La lecture de l'ouvrage d'Eddington, qui ne développe pas les idées fondamentales de la relativité, reste attrayante et ses conclusions, d'un caractère très personnel, sont suffisamment objectives pour conserver une valeur universelle. Ecrites à des dates différentes, les conférences qu'il reproduit permettent de suivre l'évolution des conceptions nouvelles : la première conférence tente de délimiter les problèmes posés par Einstein, alors que la dernière contient des vues plus mûres sur la signification de cette révolution survenue dans la pensée scientifique. Les autres conférences se rapportent à des points particuliers qui éclairent la portée des précédentes.

L'étude de M. Greenwood sur l'œuvre d'Eddington en facilite l'intelligence et la préface de M. Painlevé en fait ressortir le motif principal. Cet ouvrage, plein de pensées profondes et de points de vue originaux, sera lu avec intérêt par tous ceux que la question passionne.

L'Isotopie et les éléments isotopes, par Madame Pierre CURIE (Recueil des Conférences-Rapports de documentation sur la Physique : vol. 9, 2e série, Conférences 1, 2 et 3). Un vol. 24 cm × 16 cm, de 210 pages, avec 35 figures. Edité par la Société « Journal de Physique ». Dépositaires : Les Presses universitaires de France, et Librairie scientifique A. Blanchard, Paris, 1924.

La découverte de l'isotopie a apporté une lumière nouvelle sur la question des corps simples.

C'est l'étude des radioéléments qui conduisit tout d'abord à la notion d'isotopie que l'étude des rayons positifs permit d'étendre ensuite à d'autres éléments. La chimie ordinaire eût été impuissante à séparer les uns des autres les divers isotopes.

Plusieurs ouvrages sur les isotopes dont quelques-uns ont été traduits ont déjà paru. Il appartenait à Mme Pierre Curie de nous donner le premier ouvrage de langue française sur la question, ouvrage que voudront lire tous ceux qui s'intéressent à la constitution de la matière.

L'espace, la relation et la position. Essais sur le fondement de la géométrie, par le Vicomte DE GUELL. Un vol. 25 cm × 16 cm, de IX-139 pages, 11 figures. — Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1924.

L'auteur dans le premier chapitre passe en revue les diverses conceptions de l'espace, en particulier celles de Newton et de Kant.

Dans le deuxième chapitre, il montre comment le désir de démontrer le fameux postulatum d'Euclide a conduit divers mathématiciens, d'abord Gauss, puis Lobatchefski et Bolyai à admettre qu'il ne saurait en être donné de démonstrations et que le résultat de toutes ces recherches a été l'édification de géométries non euclidiennes parfaitement cohérentes. Plus tard, Riemann rejetant en outre l'hypothèse de l'infinité de la droite, créa une nouvelle forme de géométrie non euclidienne.

Digitized by Google

Mais l'auteur estime que si intéressantes que soient les géométries de Lobatchefski et de Riemann, elles n'ont qu'une valeur purement spéculative; ils ne peuvent supplanter l'espace euclidien plus conforme qu'aucun autre à l'intuition sensible, à la technique, à la vie.

D'après l'auteur, admettre le postulatum d'Euclide n'est pas une nécessité; on peut construire une géométrie en s'en affranchissant et c'est ce que l'auteur cherche à faire dans son troisième chapitre en se basant non sur des axiomes géométriques, mais sur ce qu'il appelle les axiomes généraux de la logique.

Sur l'électrodynamique des corps en mouvement, par A. EINSTEIN. Traduit par M. SOLOVINE. Avec un portrait de l'auteur. Un vol. 19 cm × 12 cm, de 56 pages (paru dans la collection « Les maîtres de la Pensée scientifique »). — Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1925.

Cet ouvrage est la traduction d'un ouvrage d'Einstein paru en 1905 dans les « Annales der Physik ».

La lecture de cet ouvrage intéressera tous ceux que préoccupe la question de la relativité en leur montrant sous quelle forme elle a été exposée pour la première fois.

La théorie de la Relativité, par von LAUE. Traduction faite d'après la 4e édition allemande, par G. LETANG. Tome I : Le principe de relativité de la transformation de Lorentz. Un vol. 24 cm × 16 cm, de XVI-331 pages, 23 figures. — Gauthier-Villars, Paris, 1924.

Après avoir consacré deux chapitres à l'exposé de la position du problème et au rappel des résultats expérimentaux qui ont amené à la conception de la relativité, l'auteur étudie les différentes faces mathématiques du problème et les conséquences de l'application de la nouvelle mécanique à divers phénomènes physiques.

C'est un ouvrage d'un caractère très général, différent des nombreux livres consacrés à l'exposé des théories de la relativité. Sa lecture évidemment exige des connaissances mathématiques assez étendues, mais ne sera certainement pas sans fruits pour ceux qui pourront et oseront l'aborder.

Quatre conférences sur la théorie de la relativité, faites à l'Université de Princeton, par Albert EINSTEIN. Traduites de l'allemand par Maurice SOLOVINE. Un vol. 24 cm×16 cm, de 97 pages. — Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1925.

Ces conférences s'adressent à un public de personnes ayant déjà des connaissances scientifiques élevées. Il ne s'agit donc pas d'un ouvrage de vulgarisation comme il en a tant été écrit sur ce sujet.

La connaissance des éléments du calcul tensoriel est nécessaire pour aborder la lecture de cet ouvrage dans lequel l'auteur a résumé ses travaux sur la relativité.

Digitized by Google

IL Y A TRENTE ANS

SOMMAIRE

RÉUNION DU MERCREDI 5 JANVIER 1895 :
a) Sur une méthode d'inscription électrochimique des courants alternatifs, p. 102.
b) Sur l'accouplement élastique des machines, p. 102.

RÉUNION DU MERCREDI 5 JANVIER 1895

Présidence de M. POSTEL-VINAY

a) *Sur une méthode d'inscription électrochimique des courants alternatifs.* — M. JANET décrit une méthode d'inscription des différences de potentiel au moyen de styles qui frottent sur la surface d'un cylindre métallique recouvert d'un papier imprégné de ferrocyanure. Lorsque la différence de potentiel entre un des styles et le cylindre atteint la valeur correspondant à la réaction chimique, le style trace une ligne bleue. Les deux points entre lesquels on étudie la différence de potentiel sont réunis respectivement à l'un des styles et au cylindre. Les autres styles sont portés, par rapport au premier, à des potentiels croissants par écarts réguliers. Ce résultat peut être obtenu au moyen d'une batterie d'accumulateurs ; l'élément médian étant relié au premier style, chacun des autres à un autre style. On obtient donc sur le cylindre une série parallèle de traits équidistants dont les extrémités dessinent la courbe cherchée. M. Janet montre que par des montages appropriés des prises de courants correspondant au premier style, on peut en outre mesurer la fréquence d'un courant, une différence de phases, etc...

b) SUR L'ACCOUPLEMENT ELASTIQUE DES MACHINES ; — Remarques de M. Blondel à propos de la communication antérieure de M. Guillaume. — M. BLONDEL rappelle qu'il a exposé à peu près exactement la même question, deux ans avant, devant la Société, à propos du calcul des volants des alternateurs couplés en parallèle. Il la reprend en tenant compte de l'inertie des deux volants, placés respectivement avant et après la liaison et en supposant les volants inégaux. Il montre qu'il est nécessaire de tenir compte du système de liaison et il conclut : 1° qu'on pourrait obtenir de bons résultats, non seulement avec des volants lourds et des ressorts faibles, mais

Digitized by Google

inversement avec des volants légers et des ressorts puissants ; 2° qu'on a toujours avantage à employer des liaisons amorties, ce qui explique les bons résultats des accouplements Raffard ; 3° qu'il y a intérêt à partager également l'inertie entre l'arbre moteur et l'arbre récepteur.

Sur le même sujet, M. Arnoux rapproche le problème du couplage élastique et celui de la résonance. Il indique qu'il est nécessaire de tenir compte de l'amortissement, que M. Guillaume avait négligé ; il met en équations le mouvement oscillatoire d'un système sollicité par une force proportionnelle à son écart avec la position d'équilibre et éprouvant une résistance d'amortissement proportionnelle à sa vitesse.

Discutant ces équations, il conclut que le système moteur finit par imposer sa période, comme si la liaison était rigide, et que l'amplitude des oscillations du système récepteur peut être rendue beaucoup plus petite que celle du système moteur. Pour réduire la première de ces amplitudes lorsqu'on ne peut augmenter la vitesse angulaire du système moteur, il faut augmenter autant que possible la durée d'oscillation propre du système récepteur.

Il remarque que l'expérience corrobore ces conclusions déduites de relations évidemment trop simplifiées. Il présente en effet deux diagrammes relevés au vélocimètre enregistreur de Jules Richard sur un moteur électrique mû par un moteur primaire à piston : chacune des courbes de vitesse angulaire est constituée par une ligne continue à ondulations très rapprochées, de très faible amplitude et correspondant exactement aux coups de piston. Il y a donc synchronisation rigoureuse. Il fait fonctionner ensuite l'appareil de M. Guillaume construit par M. Hillairet et il montre que, à chaque vitesse de régime, la synchronisation s'établit entre les deux parties de l'appareil. On constate également que l'amplitude du mouvement du système récepteur, après avoir passé par un maximum au moment de l'égalité des périodes des deux systèmes, devient d'autant plus petite que la vitesse angulaire du système moteur est plus grande.

M. Desroziers rappelle, comme suite à la même communication de M. Guillaume, qu'il a trouvé, par l'emploi de l'accouplement Raffard, le moyen pratique de faire tourner à une vitesse suffisamment constante des dynamos d'éclairage couplées à des moteurs à gaz. Il explique ce résultat par une étude théorique basée

Digitized by Google

sur le calcul de Poncelet pour les variations de vitesse d'un corps tournant. Il montre que si on cale à 97° la manivelle menante d'un accouplement Raffard et à 105° la manivelle menée, le mouvement de l'outil mené ne varie pas sensiblement, même pour des variations de 20° de la manivelle menante. Il démontre, en s'appuyant sur les diagrammes de C. Richard, qu'il est toujours possible de donner au moteur à gaz par l'emploi de volants des élongations inférieures à 20°. Dans ces conditions, le moteur oscillera avec sa période propre et la dynamo tournera à une vitesse pratiquement constante. Il pense que l'on obtiendra des résultats également satisfaisants même avec des moteurs à gaz à marche lente.

Le Gérant : J. Guyot.

IMP. HENRIOT, 20, RUE GERBERT, PARIS

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

SOMMAIRE

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS :

Réunion ordinaire mensuelle du samedi 7 février 1925, p. 106.
Admissions des membres titulaires, p. 106.
Membres décédés, p. 109.

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS (1) :

Allocution de M. BROCA, président entrant, p. 111. — Applications industrielles des rayons X (M. PILON), p. 121. — Compte rendu du cinquantenaire de la fondation de l'Ecole polytechnique de Bruxelles (M. JANET), p. 137. — Mesure du rayonnement des stations radiotélégraphiques (M. MESNY), p. 143. — Radiogoniométrie (M. DU BOURG DE BOZAS), p. 157.

INFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS :

1° Principales décisions prises en février 1925 par le Bureau et les Commissions administratives du Laboratoire central et l'Ecole supérieure d'Electricité, p. 168.

2° Composition du Conseil d'administration et du Comité de direction de la Société pour favoriser le Développement du haut enseignement de l'Electrotechnique en France, p. 168.

3° Exposition internationale de Genève en septembre 1925, p. 171.

TRAVAUX DES SECTIONS :

Sommaire, p. 172 ; texte, p. 172-181.

ECHOS DES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES :

Sommaire, p. 182 ; texte, p. 182-196.

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ, p. 197.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS, p. 198.

IL Y A SOIXANTE ANS :

Sommaire, p. 201 ; texte, p. 201-203.

IL Y A TRENTE ANS :

Sommaire, p. 204 ; texte, p. 208.

(1) La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, n responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

Digitized by Google

COMPTES RENDUS DES REUNIONS

RÉUNION ORDINAIRE MENSUELLE

du samedi 7 février 1925

Présidence de M. BROCA

La séance est ouverte à 17 heures.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné connaissance des demandes d'admission suivantes :

Agenet (Jacques-Marie-Robert), lieutenant de vaisseau, 16, rue Saint-Roch, à Paris (1er). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Aemmer (Frédéric), auditeur libre à l'E.S.E., 19, rue Saint-Vincent-de-Paul, à Paris (10e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Antoine (Georges-Gervais), élève à l'E.S.E., 11, rue de la Tour-des-Dames, à Paris (9e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Barbe (Raymond-Eugène), ingénieur A. et M. (Paris), élève à l'E.S.E., 28, rue du Charolais, à Paris (12e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Bares (Paul-Joseph), licencié ès-sciences, élève à l'E.S.E., surveillant à l'Institution Frilley, 44, rue Dulong, à Paris (17e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Bassin (André-Marcel-Henri), installateur électricien (lumière et force), 6, place Saint-Léonard, à Honfleur (Calvados). — Présenté par MM. Fourcault et Grosselin.

Bauer (Georges-Jean), élève à l'E.S.E., 102, rue Jouffroy, à Paris (17e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Baylac (Paul-Raymond), ingénieur I.E.T., élève à l'E.S.E., 99, rue de l'Ouest, à Paris (14e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Bertrand (Pierre-René-Jean), élève à l'E.S.E., 133, boulevard Brune, à Paris (14e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Besombes (Antoine-Jules-Marie-Justin), ingénieur I.E.T., licencié ès-sciences, élève à l'E.S.E., 110, rue Blomet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Binder (Pierre), élève à l'E.S.E., 81, avenue Malakoff, à Paris (16e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Boissier (Louis-Henri), élève à l'E.S.E., 276, boulevard Raspail, à Paris (14e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Botto (Jean-Maurice-Henri), élève à l'E.S.E., 181, rue de Vaugirard, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Charron (Paul-Germain), ingénieur aux Etablissements Marchal-Vaucanson, chez M. Saintgès, 86, rue de Cléry, à Paris (2e). — Présenté par MM. P. Bossu et Hervy.

Cortot (André-Camille), ingénieur I.E.G., élève à l'E.S.E., 9, rue Alfred-de-Musset, à Ermont (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Demontvignier (Marcel-Emmanuel), ingénieur à la Société anonyme Hewittic, 20, quai Gallieni, à Suresnes (Seine). — Présenté par MM. M. Leblanc et J. Grosselin.

Dietsch (Charles), élève à l'E.S.E., 4, rue Paillet, à Paris (5e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Digitized by Google

Dreyfus (Georges-Léon), élève à l'E.S.E., 81, rue de Villiers, à Paris (17e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Dubois (René), ingénieur adjoint à la Compagnie lorraine d'Electricité, à Vincey (Vosges). — Présenté par MM. de la Gorce et Jouaust.

Dudin (Raymond-Lucien), élève à l'E.S.E., 141, boulevard Lefebvre, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Dussert-Vidalet (Pierre), ingénieur I.E.T., licencié ès-sciences, élève à l'E.S.E., 110, rue Blomet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Fournier (Fernand-Julien-Georges), ingénieur à l'Etablissement central de la Télégraphie militaire, 38, rue des Blancs-Manteaux, à Paris (4e). — Présenté par MM. Ambrun et Forest.

Frossard (Louis-Georges-Emile), lieutenant de vaisseau, 87, rue Ampère, à Paris (17e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Gacogne (Charles-François-Xavier), élève à l'E.S.E., 74, avenue Vauban, à Angers (Maine-et-Loire). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.
senté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Gamzon (Robert-Ruben), élève à l'E.S.E., 86, rue de l'Abbé-Groult, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Gidrol (Léon-Gustave), élève à l'E.S.E., 12, villa Poirier, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Gestalder (Etienne-Léon), chef de travaux, Compagnie électrique du Nord, 114, rue Ordener, à Paris (18e). — Présenté par MM. Fourcault et J. Grosselin.

Guerpillon (François-Ferdinand), ingénieur constructeur, Maison Guerpillon et Sigogne, 4, rue du Borrégo, à Paris (20e). — Présenté par MM. Mestraud et Blanc.

Guiganton (Robert), chef du service électrique aux Forges et Ateliers des Pyrénées à Tarbes, 9, rue Eugène-Ténot, à Tarbes (Hautes-Pyrénées). — Présenté par MM. Fourcault et Grosselin.

Habert (Maurice-Henri), ingénieur à l'Agence du Sud-Ouest de la Compagnie française Thomson-Houston, 110, rue Paulin, à Bordeaux (Gironde). — Présenté par MM. Delasalle et Beaulavon.

Hacault (Georges-Louis-Joseph), ingénieur E.C.P. et E.S.E., ingénieur en chef adjoint à la Compagnie Electro-Mécanique, 9, rue Henri-Martin, à Paris (16e). — Présenté par MM. Schwarberg et Berthon.

Hadziyannis (Georges), élève à l'E.S.E., 40 bis, faubourg Poissonnière, à Paris (10e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Hum-Sentoure (Maurice-Jacques), lieutenant du Génie, élève à l'E.S.E., 22, rue du Maréchal-Foch, à Saint-Cloud (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Jeand'heur (Jules-Louis), capitaine du Génie, détaché à l'Etablissement central du Matériel spécial de Génie, 21, rue Baillet-Reviron, à Versailles (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Jacoupy (André-Félix), élève à l'E.S.E., 98, rue de Chézy, à Neuilly-sur-Seine (Seine). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Journet (Pierre-François), élève à l'E.S.E., 18, avenue de Paris, à Thiais (Seine). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Kerautret (Alexandre), ingénieur E.C.P., à Huelgoat (Finistère). — Présenté par MM. Lorin et Grosselin.

Kessler (Georges-Ernest), directeur de la Câblerie de Jeumont, à Jeumont (Nord). — Présenté par MM. Legouez et Grosselin.

Lebegue (René), élève à l'E.S.E., 7, rue Hermann-Lachapelle, à Paris (18e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Lecointe (Henri-Albert), ingénieur civil des Mines (grade légal belge), élève à l'E.S.E., 7, rue Thénard, à Paris (5e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Lejeune (René-Fernand), directeur des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, 112, rue Hector-Despret, à Jeumont (Nord). — Présenté par MM. Legouez et Grosselin.

Le Lidec (Paul-François-Joseph), lieutenant de vaisseau en congé d'études à l'E.S.E., 18, rue Eugène-Delacroix, à Saint-Maurice (Seine). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Digitized by Google

Levasseur (Albert-Louis), ingénieur-conseil, professeur à l'Ecole supérieure de Fonderie, 32 bis, rue des Plantes, à Paris (14e). — Présenté par MM. Chaumat et Guilbert.

Marger (Pierre-Louis-Emile), ingénieur de la Marine, 8, avenue du Maine, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Mellecker (Roger-Louis), élève à l'E.S.E., 53, rue Victor-Rogelet, à Reims (Marne). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Millot (Paul-Georges), élève à l'E.S.E., 12, villa Poirier, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Mises (Max), élève à l'E.S.E., 49, avenue Parmentier, à Paris (11e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Nidiau (Alfred-Alexandre-François), ingénieur A. et M., élève à l'E.S.E., 130, avenue de la République, à Paris (11e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Omont (André-Léon-Philippe), capitaine d'Artillerie, 66, rue Albert-Joly, à Versailles (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Panthier (Camille-Elie), ingnieur à la Société Gramme, 86, boulevard Barbès, à Paris (18e). — Présenté par MM. P. Janet et Chaumat.

Perrier (Léon-Maurice), élève à l'E.S.E., 16, rue de Staël, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Perroud (Armand), ingénieur I.C.F., directeur général de la Compagnie française des Mines d'Or du Mataroni, Regina Approuyague, Placer Ipoucin (Guyane française). — Présenté par MM. Perroud et Grosselin.

Piguet (Robert-Paul-Antoine), licencié ès-sciences, élève à l'E.S.E., 2, rue Perronet, à Paris (7e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Piron (Jacques-Charles), élève à l'E.S.E., 7, rue Monge, à Paris (5e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Gilbert.

Radix (Jean-Félix-Antoine), lieutenant au 18e Génie, suivant les cours à l'E.S.E., 20, quai de Béthune, à Paris (4e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Rame (Gabriel), élève ingénieur des Postes et Télégraphes, Château d'Epluches, par Saint-Ouen-l'Aumône (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Raynaud (René-Ernest), ingénieur chef du service Electricité-Automobile, aux Etablissements Citroën, 3, rue George-Sand, à Paris (16e). — Présenté par MM. Monnier et Marsat.

Redard (Robert-Alfred), ingénieur A. et M., élève à l'E.S.E., 31, allée Notre-Dame-des-Anges, Le Raincy (Seine-et-Oise). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Riche (Marie-Louis), auditeur E.S.E., 16, rue Mirabeau, à Béziers (Hérault). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Rosat (Marcel-Saturnin-Clément), élève à l'E.S.E., 7, rue Edme-Guillout, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Rouffart (Paul-Edouard-Hubert), ingénieur civil des Mines (grade légal belge), élève à l'E.S.E., 40, rue Desbordes-Valmore, à Paris (16e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Rouvière (Ulysse), directeur général des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, à Jeumont (Nord). — Présenté par MM. Legouez et Grosselin.

Sartre (Louis-Joseph), ingénieur attaché à l'office des Secteurs, chargé de conférences à la Faculté des Sciences, groupe des secteurs électriques de la C.P.D.E., 23, rue de Vienne, à Paris (8e). — Présenté par MM. Eschwège et Grosselin.

Savignoni (Carlo), élève à l'E.S.E., actuellement 14, rue Mayet, à Paris (6e) ; adresse habituelle : Via della Consolata 3, à Turin (Italie). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Sefert (Charles), élève à l'E.S.E., 86, boulevard du Montparnasse, à Paris (14e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Tang (Woon-Wah), élève à l'E.S.E., 8, rue Nicolas-Charlet, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Tcheou (Tchong-Kao), élève à l'E.S.E., Institut franco-chinois, 37, rue de la Procession, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Digitized by Google

Theillaumas (Clément-Marie), élève à l'E.S.E., licencié ès-sciences, 139, boulevard de la Gare, à Paris (13e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Trachtenberg (Jules), directeur de la Société des Accumulateurs électriques (anciens Etablissements Alfred Dinin), 10, rue Lesueur, Paris (16e). — Présenté par MM. Bethenod et Martin René.

Viel-Cazal (Jean), élève à l'E.S.E., 10, avenue de la Tourelle, à Saint-Mandé (Seine). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Vinot (Pol), élève à l'E.S.E., 50, avenue Félix-Faure, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Vuillemeney (Antoine-Jean), élève à l'E.S.E., ingénieur A. et M., 54, rue Fondary, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Yannopoulos (Nicolas), lieutenant de vaisseau de la Marine hellénique, élève à l'E.S.E., 12, villa Poirier, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Ng Yelim (Xavier), élève-ingénieur E.S.E., 21, rue Saint-Antoine, à Paris (4e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Ces candidats sont élus membres titulaires de la Société française des Electriciens.

M. le Président fait part du décès de MM. *Toulon* et *Marty* et il ajoute :

« M. Toulon, qui était un ingénieur des Ponts-et-Chaussées des plus distingués, s'était fait attacher, lorsqu'il a pris sa retraite, à la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, où il a rendu les plus grands services.

» Entre autres recherches, il a poursuivi celle du relief en cinématographie. Il était secrétaire de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale : j'adresse à sa famille ainsi qu'à celle de M. Marty les condoléances de la Société. »

M. le Président remercie M. Robard qui a fait don de livres a l'Ecole pour une valeur totale de mille francs ; aux Ateliers J. Carpentier, qui ont pris à leur charge les frais de réparation d'appareils du Laboratoire central ; à la Compagnie générale des Câbles de Lyon et à la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône qui ont porté respectivement leur cotisation à 300 francs et 150 francs. Il souhaite que ces exemples suscitent de nombreux imitateurs. Il prononce ensuite l'allocution inaugurale reproduite en page 111 du présent *Bulletin*.

M. le Président donne ensuite la parole à M. Pilon pour une communication sur les applications industrielles des rayons X. Le conférencier présente un grand nombre de projections montrant les très intéressants résultats obtenus dans les branches de l'industrie les plus diverses par l'emploi judicieux des rayons X.

M. le Président remercie M. Pilon en ces termes :

« M. Pilon nous a montré des réalisations qui ouvrent à l'industrie une voie nouvelle qui paraît devoir être extrêmement féconde.

Digitized by Google

Je suis heureux de vous annoncer que, au cours de notre prochaine séance, M. Dauvillier nous exposera en détail ses méthodes qui l'ont conduit à nombre de résultats nouveaux. »

Il donne la parole à M. JANET pour rendre compte des fêtes du Cinquantenaire de l'Ecole polytechnique de Bruxelles.

M. Janet rappelle comment ces fêtes ont été organisées ; il en indique le programme, décrit sommairement les laboratoires de l'Ecole, résume les conférences qui ont été faites au cours de la solennité et exprime ses remerciements à nos amis belges pour leur très amical accueil.

M. le Président se fait l'interprète de tous les auditeurs pour remercier M. Janet de sa communication et pour le féliciter d'avoir si dignement représenté la Société aux fêtes de Bruxelles.

Il relève principalement dans son exposé le fait que l'organisation de l'enseignement technique en Belgique paraît s'être beaucoup inspirée de ce qui a été réalisé à l'Ecole supérieure d'Electricité.

Il donne la parole à M. MESNY pour une communication sur la mesure du rayonnement des stations radiotélégraphiques. M. Mesny fait un exposé théorique de la question et décrit la méthode employée ainsi que ses variantes appliquées dans les cas spéciaux (1).

M. le Président remercie M. Mesny et lève la séance à 19 h. 30.

(1) Les communication de MM. Pilon, Janet et Mesny sont reproduites au présent Bulletin, respectivement aux pages 121, 137 et 145.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS

L'INDUSTRIE ELECTRIQUE ET LA SCIENCE MEDICALE

Allocution de M. André Broca [1]
Président entrant.

La Société française des Electriciens et moi nous sommes de vieilles connaissances, et pour les jeunes qui m'écoutent aujourd'hui, je vais un moment rappeler ce que savent bien les amis à barbe grise qui m'ont proposé à vos suffrages, et qui sont venus m'apporter le témoignage de leur affection pour ma prise de possession de ce fauteuil.

Il y a plus de vingt-cinq ans, alors que je n'étais encore jamais sorti de mon laboratoire, que je venais seulement de subir le concours d'agrégation des Facultés de Médecine, je savais à peine qu'il existait une Société française des Electriciens; je fus razzié pendant une de ces grandes opérations de recrutement qui partent parfois de notre Comité. Je me laissai faire bien volontiers, et ce fut une des meilleures décisions de ma vie. Je me trouvai tout de suite en famille, avec Blondel, Janet, Berthelot, Brylinsky, Ferrié et tant d'autres. Aussi, quand, après quelques années, il fallut trouver une utilisation du legs Cheux, Janet proposa-t-il à votre Comité de me confier la direction de recherches photophysiologiques sur les sources de lumière moderne. C'était m'ouvrir une voie féconde à laquelle mes études antérieures m'avaient préparé, en mettant à ma disposition l'admirable installation du Laboratoire, et la haute compétence de son personnel. Mon cher Janet, merci du rôle que vous avez joué dans cette étape importante de ma carrière scientifique. Certes, j'en ai quelquefois un peu abusé, et il vous arrivait de courir jusqu'à la chambre noire, au fond du Laboratoire, pour y trouver tout votre personnel en train de prendre des durées d'images accidentelles sous une direction un peu intempestive, mais les résultats scientifiques sont là, et il y en

(1) Allocution prononcée à la réunion mensuelle du samedi 7 février 1925.

Digitized by Google

a eu un autre, c'est la solide amitié qui me lie à vous et à vos collaborateurs.

C'était tout d'abord mon regretté ami Laporte, dont une longue collaboration m'a permis d'apprécier la haute valeur intellectuelle et morale, la conscience scientifique impeccable, et la sûreté de relations. Qu'il me soit permis de lui donner aujourd'hui un souvenir ému.

Je retrouve heureusement encore parmi nous Jouaust et de la Gorce, auprès desquels je viens souvent me retremper quand les fonctions que vous m'avez confiées m'appellent rue de Staël. Les heures que je passe parfois dans leur cabinet comptent parmi les meilleures de ma vie.

C'est de cette collaboration que sont sortis deux résultats que je veux vous rappeler aujourd'hui au milieu de plusieurs que je passerai sous silence :

1° Les sources aveuglantes agissent beaucoup plus par leur éclat que par leurs dimensions; elles sont à peu près aussi nuisibles quand elles sont loin que quand elles sont près, au moins dans de larges limites. Ceci correspond à une loi physiologique : chaque point de la rétine se défend comme s'il était seul. La bonne pratique est de prendre un diffuseur ayant un quart de bougie par centimètre carré;

2° La vitesse de lecture ou en général de travail dépend uniquement du rapport de la distance de travail à la distance limite à laquelle, sous l'éclairage donné, on distingue encore le détail mis en jeu. Ceci tout à fait indépendamment de la valeur numérique de la distance limite.

Pratiquement, la fatigue psychophysiologique est éliminée dans les limites utiles si on travaille à une distance égale au tiers de la distance limite de vision distincte.

Cette loi si simple n'a pas encore été assez comprise; je vous la rappelle aujourd'hui que ces sortes de questions sont à l'ordre du jour. *La loi du tiers* devrait être à la base de toute réglementation d'éclairage.

Messieurs,

En me choisissant comme président de la Société française des Electriciens, vous avez voulu honorer la collaboration que je viens de rappeler et aussi toute une longue carrière de travail; je

Digitized by Google

vous en suis personnellement très reconnaissant, car vous, industriels, vous êtes venus me chercher dans mon Laboratoire, et vous m'avez donné la consécration la plus enviable pour un homme de sciences, en montrant qu'au milieu de mes travaux, vous aviez su trouver quelque chose d'utile, quelque chose de directement applicable.

Et si je vous remercie en mon nom personnel, je vous remercie aussi, et très cordialement, pour la science dont je m'occupe.

Il y a bien des années déjà, d'Arsonval a présidé nos séances, consécration de beaux travaux qu'il fit il y a longtemps sur l'électro-physiologie, et les hautes fréquences; vous avez marqué, par le choix de d'Arsonval, une étape importante de l'électricité médicale, qui cessait de se cantonner dans l'emploi de quelques piles à manettes et de quelques machines statiques pour exiger un certain effort industriel, dans lequel la France a pris une grande part.

Aujourd'hui, l'Electricité médicale a subi une vraie révolution, et la Société française des Electriciens ne saurait s'en désintéresser. Vous m'avez fait le très grand honneur de me choisir pour représenter à votre tête cette branche de science qui demande à l'Industrie des moyens chaque jour plus puissants, et dont la rapide évolution n'est pas sans causer quelques inquiétudes financières à ceux qui doivent la mettre en œuvre; je tâcherai d'en rester digne pendant les quelques années d'activité qui me restent peut-être encore.

Les rayons X ont donné naissance à une importante branche de l'Industrie électrique. Il y a trente-cinq ans, dans mon Laboratoire de Physique médicale, nous avions, à côté de quelques joujoux destinés à exciter les muscles et les nerfs, quelques machines statiques qui marchaient bien rarement et enfin, dans le Laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine de Paris en particulier, à ce point de vue tout à fait privilégiée, la bobine de Ruhmkorff construite par Ruhmkorff lui-même pour étudier la mort par l'électricité. C'était une bobine de 15 centimètres d'étincelle. Elle avait été faite sur la demande de Gavarret, et une fois, vers 1870, on avait monté douze éléments Bunsen à grande surface et, avec un interrupteur lent de Foucault, on en avait tiré une étincelle. Cette étincelle avait été dirigée sur un lapin, la ville et la cour ayant été convoquées pour assister à son électrocution. A la grande surprise des spectateurs, le lapin se contenta de secouer les oreilles

Digitized by Google

et ne s'en porta pas plus mal. Depuis ce temps, la grosse bobine était restée immobilisée dans une vitrine, avec son interrupteur et les vases de ses piles Bunsen, et personne n'en tira plus une étincelle, jusqu'au moment où, les accumulateurs apparaissant, elle put être remise en service. Je m'en suis servi d'abord pour faire de hautes fréquences et j'avoue que je l'ai crevée trois fois, la troisième ayant été définitive. D'ailleurs, elle me l'a bien rendu, car je fus électrocuté un jour que je fournissais une puissance alternative de cinq kilowatts à son primaire, et je fus dangereusement touché; j'ai été sauvé par la grande résistance du secondaire (50 000 ohms). Quel changement avec les laboratoires actuels ! Et tout cela est venu du perfectionnement dans la confection des tubes à rayons X.

Lorsque, à la séance de février 1896 de la Société française de Physique, fut annoncée la découverte de Rœntgen, tout le monde prit les tubes de Crookes existant dans les laboratoires pour étudier le nouveau phénomène, mais les grosses bobines furent proscrites, car les tubes ne résistaient pas un instant à leur emploi. Puis, les tubes se perfectionnèrent; on construisit les tubes focus, puis les tubes régénérables, puis on apprit à pratiquer l'évacuation parfaite du gaz, puis on organisa les anticathodes pour leur permettre de disperser la chaleur d'impact et tout cela permit d'augmenter le débit, en augmentant la puissance des bobines. On s'engagea ensuite dans une autre voie, les études théoriques sur les rayons X ayant montré qu'il fallait, pour conserver les effets thérapeutiques et éviter les désastres, augmenter les tensions. On allongea alors les tubes; enfin arrivèrent les tubes Coolidge, qui permirent d'éviter tous les inconvénients du réglage et aussi ceux du haut potentiel, en les plongeant dans l'huile, d'après le procédé Gaiffe-Gallot et Pilon.

A mesure que le tube devenait plus résistant, permettant de diminuer le temps de pose, on augmentait la puissance des bobines. Nous vîmes apparaître successivement les grosses bobines d'anciens systèmes, puis la bobine de Rochefort, qui a détrôné toutes les autres, puisqu'elle est pratiquement increvable, puis l'interrupteur turbine à niveau qui nous permet l'utilisation directe des secteurs par les contacts tournants, puis enfin les appareils à tension constante avec soupapes Kénotron.

Autrefois, il suffisait d'une table pour porter tout l'appareillage de radioscopie, de radiographie, de radiothérapie; maintenant il

Digitized by Google

faut une petite usine pour produire l'énergie nécessaire aux applications modernes, et les modifications sont si rapides que le problème financier se pose d'une manière aiguë.

Il y a quatre ans, les hôpitaux de Paris n'avaient que des installations minables, et dans le cours de radiologie, que je dirige avec une pleïade d'éminents collaborateurs (Madame Curie elle-même nous fait l'immense honneur de traiter la radioactivité), j'étais obligé de dire aux élèves que dans leurs stages hospitaliers ils ne verraient pas les derniers progrès. M. le Directeur général de l'Assistance Publique m'ayant fait l'honneur de me consulter, je dus lui dire qu'il fallait absolument doter les hôpitaux de fortes bobines à 200 000 volts, tout en sachant bien que l'appareil à tension constante murissait pendant ce temps et les détrônerait en trois ou quatre ans. Quant à attendre trois ou quatre ans encore pour faire une dépense sérieuse, il n'y fallait pas songer. Car les malades des hôpitaux ont droit aux soins les plus parfaits, et ceux qui les leur refusent, sous prétexte d'économie, endossent une grave responsabilité.

Ce plan fut suivi, et il est même question en ce moment de créer un organisme nouveau, Laboratoire destiné à étudier, pour les hôpitaux, le progrès de l'industrie, et de dire à quel moment les changements de matériel s'imposent. Mais les études de ce projet ont montré la nécessité de dépenses considérables, devant lesquels le budget de l'Assistance publique hésite. C'est, en effet, une véritable usine à construire, avec canalisation pour une centaine de kilowatts, pont roulant pour les manœuvres et dimensions suffisantes pour parer aux augmentations de tension à prévoir.

Vous savez, Messieurs, que, dans beaucoup de cas, les rayons α du radium donnent des résultats supérieurs à ceux de nos rayons X actuels. Ceux-ci sont à 200 000 volts couramment et les rayons α correspondent à des tensions comprises entre 700 000 et dix millions de volts. Aurons-nous jamais des tubes pour cela, et des installations électriques convenables ? Cela n'est pas impossible, mais cela est fort douteux. En tout cas, nous devons actuellement prévoir l'entrée en service du million de volts, car le problème est résolu au point de vue électrique, et je crois savoir que les progrès du tube marchent à pas rapides; joignons à cela la nécessité de réaliser la protection urgente du personnel, et nous comprenons que la dépense nécessaire, au voisinage du million, dépasse pour

Digitized by Google

l'instant les possibilités de l'Assistance publique, et qu'elle hésite à grever son budget des 100 000 fr annuels sans lesquels rien ne peut marcher. Je vous entretiens de tout cela, Messieurs, pour vous montrer l'union intime des médecins et de l'Industrie électrique, les énormes intérêts communs, qui ne feront que s'accroître encore, puisque, quand nous en serons au million de volts, il faut un ingénieur pour mener l'installation.

Et les connaissances de cet ingénieur devront être multiples, car il devra connaître l'installation électrique, les tubes et aussi les procédés de protection contre le puissant agent thérapeutique qui, lorsqu'il n'est pas convenablement endigué, peut donner les pires désastres.

Actuellement, avec les moyens mis en œuvre et les radiations utilisées, la cuve à huile avec enveloppe de plomb suffit parfaitement à condition de mettre le tableau dans un corridor plombé pour protéger le personnel contre les rayons secondaires. Mais qui sait ce que nous réserve l'avenir, avec les rayons de plus en plus pénétrants ? Si nous réalisons jamais les quanta de rayons γ qui sait si nous n'aurons pas à nous protéger contre des produits nouveaux de désintégration, des émanations nouvelles, puissantes et dangereuses; qui sait si nos écrans eux-mêmes ne deviendront pas des sources de dangers ?

Tournons un instant nos yeux vers le passé et consacrons quelques mots aux disparus dont la mort a fécondé notre science. Et d'abord, laissez-moi vous dire un souvenir personnel qui se rattache à la question, et vous montre à quoi on est exposé dans ces voies nouvelles. Je crois avoir été un des premiers, en 1896, à obtenir une radiographie du thorax. Mes essais furent longtemps infructueux et je pris comme sujet mon garçon de laboratoire, qui vit encore d'ailleurs, ayant bon pied bon œil à 73 ans, c'est le vieux fidèle qui m'a suivi dans toute ma carrière. Quelle ne fut pas ma surprise, trois semaines après le dernier essai, de constater une ulcération de la peau de la poitrine ? En même temps, M. Chappu, l'ingénieur de la Maison Gaiffe, ayant servi de sujet pour la radiographie du crâne, avait une ulcération de la tempe. Les observations affluèrent nous faisant connaître l'existence de la radiodermite aiguë.

Nous devions avoir des surprises bien plus graves par la maladie chronique des rayons. Tous les radiologistes, au début des

Digitized by Google

rayons X, mettaient leur main devant l'écran pour voir si le tube marchait convenablement, et bientôt ils virent leur peau et leurs ongles dégénérer. Il y a de cela vingt-huit ans, Messieurs : je n'ai jamais vu guérir une seule de ces lésions. Ceux qui ont cessé d'approcher des tubes les ont vues progresser très lentement, mais ceux qui n'ont pas eu la raison ou les moyens de s'arrêter ont vu la lésion gagner chaque jour et s'aggraver, s'étendre au bras, nécessiter des amputations successives, de plus en plus mutilantes et se terminer par la mort.

La première victime fut le constructeur Radiguet qui créa, à l'époque, de bons modèles de bobines. Je ne peux citer tous les noms, mais je ne peux laisser ce triste chapitre sans vous dire un mot du plus illustre d'entre eux et du dernier disparu, notre regretté collègue et ami, le professeur Bergonié.

Quand apparut la découverte de Rœntgen, Bergonié avait déjà rendu d'immenses services à l'Electricité médicale; jeune encore, il était l'âme du plus important périodique de cette science, les *Archives d'Electricité médicale*, et il soumettait au contrôle de l'expérience tout ce qu'avançaient les électrothérapeutes. Il repoussait sans merci tout ce qui était mal observé, il soutenait toutes les doctrines solidement fondées. Il appliqua cette excellente méthode critique à la science nouvelle et ses laboratoires de Bordeaux, aussi bien à la Faculté qu'à l'hôpital et dans son installation personnelle, furent des centres puissants de recherches. Quelques années après la découverte de Rœntgen le radiodiagnostic était né, et Bergonié en était une des plus hautes compétences. Par son travail incessant, il a réussi à se maintenir toujours à la hauteur de cette science écrasante.

Entre temps, la radiothérapie entrait en scène, et tout de suite Bergonié prenait à son développement une part de première importance. C'est de cette époque de début que date son grand travail, qui le classera parmi les savants les plus utiles : L'action des rayons X sur les tissus est d'autant plus grande qu'ils ont devant eux un plus long avenir. C'est la *loi de Bergonié et Tribondeau*. Cette loi a été un peu précisée par Regaud, qui a pu affirmer que les rayons X agissent sur les cellules essentiellement au moment de leur segmentation, c'est-à-dire au moment où elles sont en activité reproductrice; dans les cas observés par Bergonié, les deux lois sont d'accord. La précision de Regaud est utile dans bien d'autres cas et, en particulier, dans le cas du cancer.

Digitized by Google

Le travail qu'a donné Bergonié sur cette question aurait suffi à l'activité de tout autre que lui. La clientèle affluait chez lui de la France et de l'étranger, et nous, ses amis, avions cru que ce serait pour lui un prolongement de l'existence; les mains, en effet. avaient été touchées dès le début, et avec sa ferme volonté et son haut bon sens, il avait tout de suite employé les moyens de protection, qu'il avait même personnellement perfectionnés; la radiothérapie et la radiographie ne présentaient plus pour lui aucun danger.

Mais il restait la radioscopie. Au point de vue clinique, rien ne remplace l'examen radioscopique, où l'opérateur suit les mouvements des organes (cœur et poumons, par exemple), où il peut changer l'incidence pour avoir la profondeur, même avant toute mesure précise; là, l'opérateur est toujours un peu dans le champ des rayons. L'emploi des verres en plomb, celui des diaphragmes, celui des vêtements protecteurs en tissu plombeux sont fort utiles. mais ce sont des palliatifs, les mains, même protégées, sont toujours un peu exposées. Le corps est lui-même derrière les protecteurs, mais les rayons de plus en plus durs que l'on emploie traversent un peu tous les écrans, et il y en a, avec les sources intenses actuellement employées, une quantité très notable un peu partout. L'éloignement est le seul protecteur véritable contre les rayons X. C'est pour cela que les hôpitaux de Paris exigent maintenant pour les salles de radiologie, une superficie d'au moins 30 mètres carrés, et que la Commission de Radiologie des Hôpitaux, que je préside, tient la main à ce que l'une des dimensions soit d'au moins 7 mètres.

Il y a dix-sept ans, alors que les mains de Bergonié commençaient à inquiéter ses amis, je lui fis quelques amicales observations, lui disant que la radiothérapie suffirait largement à occuper son activité, et qu'il devrait abandonner la radioscopie à ses élèves. Il me répondit froidement : « La radioscopie est l'œuvre médicale par excellence, j'en ai une longue pratique; je n'ai pas le droit de priver la Société de la compétence acquise avec tant de peine. »

Il savait que chaque examen radioscopique le rapprochait de la mort, il en était économe, mais il n'hésitait jamais à payer de sa personne quand une difficulté lui était soumise. Aussi le mal fit-il des progrès terribles chez cet homme qui le provoquait froide-

Digitized by Google

ment et sciemment quand il le croyait de son devoir, en prenant certes toutes les précautions utiles, mais sans souci de lui-même devant la nécessité. Il eut la conduite du soldat au feu. Depuis deux ans, après amputation du bras, alors que le poumon commençait à être envahi par l'évolution cancéreuse, il savait le terme de son existence; il me l'avait prédit à quelques semaines près, et il venait souvent de Bordeaux, avec la nurse dont il ne pouvait se passer, pour s'occuper de la grandiose organisation des centres du cancer ; il donnait ses dernières forces à la protection des hommes contre le mal qui l'emportait.

Cette belle vie, toute de solidarité humaine, a été couronnée par la situation de correspondant de l'Institut et enfin par la Grand-Croix de la Légion d'Honneur.

Que d'autres, avec des moyens intellectuels et une force de volonté moindre, ont payé de leur personne pour la recherche radiologique avec une constance analogue !

Aussi devons-nous garder un souvenir ému de ces créateurs de notre science, et regarder avec respect la jeune armée qui monte à la conquête du million de volts, qui ira peut-être plus loin encore, avec la juste ambition de la gloire, mais avec le souci du bien de l'humanité, et qui dit au Maître de l'avenir, au Progrès éternel, la phrase antique : « *Morituri te salutant !* »

Digitized by Google

Digitized by Google

LES RAYONS X DANS LE CONTROLE INDUSTRIEL

par H. PILON (1)

L'auteur montre que ce n'est qu'à partir de l'apparition de l'ampoule Coolidge que purent être entreprises de véritables applications industrielles des rayons X. Il montre les progrès réalisés par les ampoules, les générateurs de courant, les procédés photographiques et les moyens de protection. Il décrit ensuite les applications de la radiométallographie, de la cristallographie, de l'ionométrie.

Notre Président, M. le Professeur Broca, vient de vous montrer dans son allocution la place énorme prise ces dernières années par les rayons X dans l'art médical et la science pure; mieux que tout autre il était qualifié pour vous parler du passé, du présent et du futur des rayons X; je vais vous dire aujourd'hui quelques mots sur leurs applications industrielles, car dans un avenir très prochain, non seulement les rayons X se développeront au point de vue médical et scientifique, mais encore ils rendront à l'industrie des services de grande importance.

Les applications industrielles sont toutes récentes et les premiers essais ne datent guère que de 1915, car, jusqu'à cette époque, nous ne possédions ni ampoules à rayons X, ni générateurs de courant vraiment aptes à un usage industriel. Les applications industrielles des rayons X ne furent entrevues que le jour où W.-D. Coolidge inventa le tube à cathode incandescente aujourd'hui universellement connu.

Avant l'ampoule Coolidge, nous n'avions, pour produire notre lumière si spécialisée que des sortes de chandelles dont il fallait accepter l'éclairement vacillant; c'étaient les anciens tubes à afflux cathodiques.

Nous avons aujourd'hui l'équivalent d'une lampe électrique sur rhéostat avec tout le jeu des teintes désirables, c'est le tube Coolidge. En effet, l'ampoule à cathode incandescente nous permet de régler à volonté et l'intensité du faisceau de rayons X, en chauffant plus ou moins la cathode, et le pouvoir de pénétration du rayonnement, en faisant varier la différence de potentiel aux

(1) Communication présentée à la réunion mensuelle du samedi 7 février 1925.

Digitized by Google

bornes du tube. Il devient donc possible de réaliser une expérience dans des conditions déterminées et par conséquent de la repro-

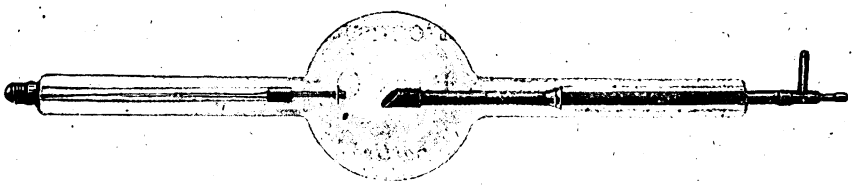


Fig. 1. — Ampoule « Coolidge » à anticathode refroidie par circulation d'huile, tenant en régime continu 4 kilowatts sous une tension efficace de 200 000 volts.

duire à volonté ou d'en traduire les données en valeurs C. G. S. parfaitement compréhensibles pour d'autres expérimentateurs. Si

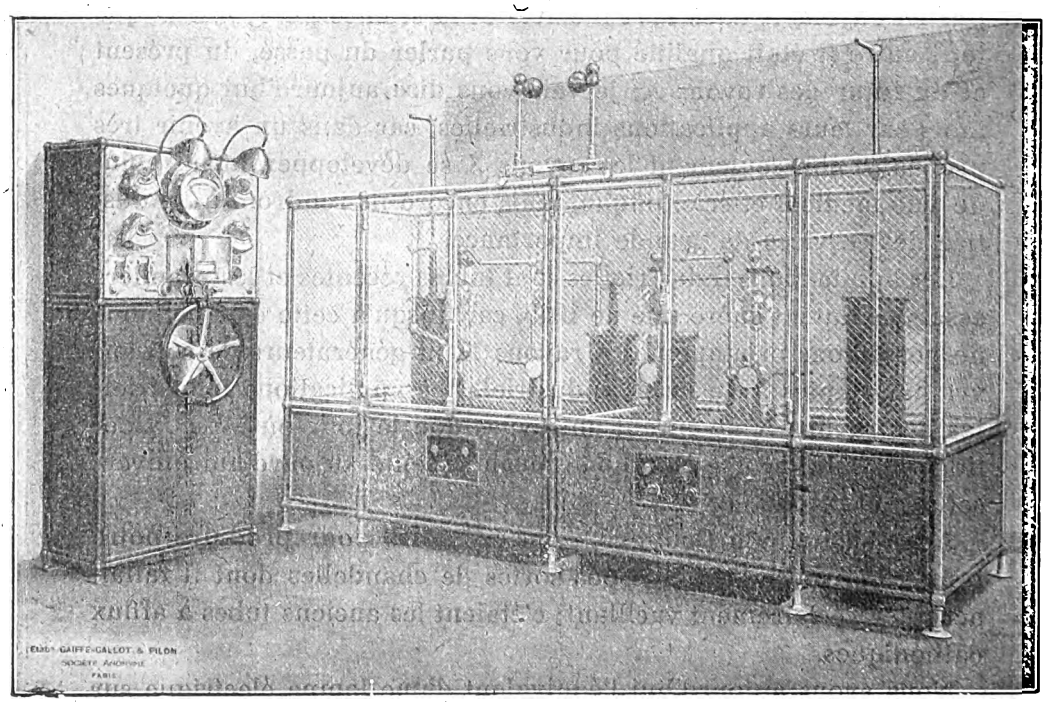


Fig. 2. — Générateur de courant à tension constante pour 250 000 volts, comprenant : transformateurs, condensateurs et kénotrons (montage Latour).

nous ajoutons qu'aujourd'hui nous construisons des ampoules quelque 40 fois plus puissantes que celles établies il y a dix ans, nous aurons mesuré la ditance du chemin parcouru.

Les générateurs de courant ont fait aussi des progrès considé-

Digitized by Google

rables. M. Saget, dans sa conférence faite ici même l'année dernière (1), vous a décrit un nouveau générateur à tension constante sous 250 000 volts, permettant d'alimenter nos ampoules par du courant pratiquement continu.

Nous disposons aussi, pour certaines expériences, de redresseurs mécaniques de courant à haute tension, permettant d'alimenter des ampoules à grande puissance, par exemple, pour la radiocinématographie dont M. le Professeur Broca vient de faire de si belles applications.

Comme appareils de mesure susceptibles d'être employés indus-

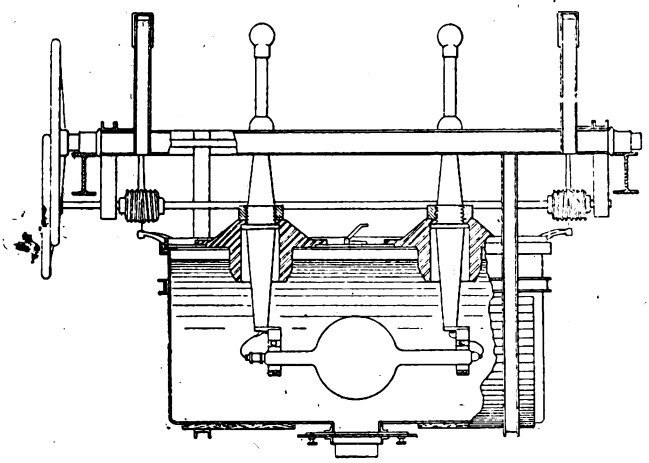


Fig. 3. — Schéma d'une cuve à huile contenant une ampoule « Coolidge » spéciale. La paroi de la cuve, épaisse de 6 mm de plomb, arrête pratiquement tout le rayonnement X. Une fenêtre pouvant prendre diverses incidences laisse sortir le faisceau qui sera utilisé. L'huile refroidit et isole l'ampoule.

triellement, nous avons réalisé pour les rayons X un dosimètre absolu, à lecture directe, inventé par M. Dauvillier, permettant une mesure précise et immédiate du rayonnement X et un intensionomètre mesurant, dans d'autres conditions, l'ionisation de l'air produite par un faisceau de rayonnement X.

Enfin, au point de vue photographique, des progrès très importants ont été également accomplis depuis quelques années par les fabricants qui ont réalisé le film à double émulsion. Pour la meilleure utilisation du rayonnement X, on sait qu'il y a intérêt à avoir une émulsion épaisse, mais alors l'oxydation par le révélateur est souvent incomplète et la plaque est « lente ». Le film à

(1) *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mai 1924.

Digitized by Google

double émulsion est constitué par un support transparent de part et d'autre duquel sont appliquées deux couches sensibles minces. On a ainsi tous les avantages « photographiques » de la couche mince, oxydation totale dans le bain, etc... et comme deux couches minces sont superposées on a, au point de vue « rayons X »,

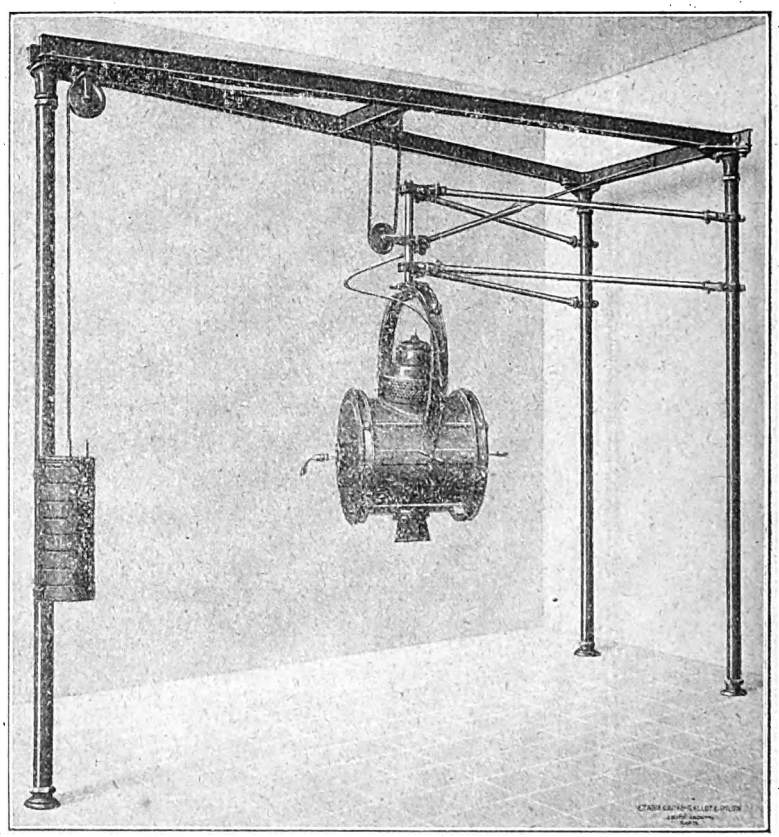


Fig. 4. — Cuve en plomb contenant une ampoule « Coolidge » fonctionnant sous 200 000 volts ; le refroidissement de l'ampoule est assuré par une forte circulation d'air, la protection est réalisée par une paroi de 6 mm de plomb.

les avantages de la couche épaisse; ces films à double émulsion sont très « rapides ».

Si nous nous sommes particulièrement attachés à créer des générateurs puissants, nous avons aussi réalisé les moyens de protection qui, surtout au point de vue industriel, assurent une sécurité parfaite pour l'expérimentateur. Nos ampoules à grande puissance fonctionnent dans une cuve de plomb épaisse de 6 mm et remplie

Digitized by Google

d'huile qui assure l'isolement et le refroidissement de la paroi de l'ampoule. Le rayonnement X ne sort que par une fenêtre (fig. 3). Dans le cas où nous avons à employer des ampoules fonctionnant à l'air libre, nous entourons nos ampoules d'une même carapace de plomb, et le refroidissement est assuré par une violente circulation d'air produite par un aspirateur spécial (fig. 4).

Il était intéressant de passer en revue, en quelques mots, l'outillage dont nous disposons actuellement, s'adaptant parfaitement aux besoins industriels. Il correspond aux exigences de ces applications nouvelles dont le champ est extrêmement vaste ; et nous sommes persuadés que, dans un avenir très prochain, le domaine

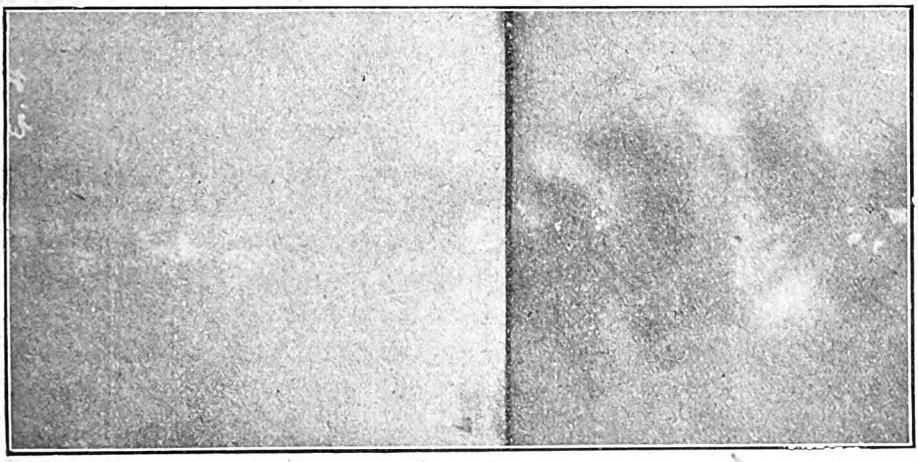


Fig. 5. — Soudure autogène de deux tôles d'acier. La radiographie montre les défauts; d'un côté est la soudure planée, de l'autre, la pièce brute faisant voir les surépaisseurs de la soudure.

médical, qui semble accaparer aujourd'hui le rayonnement X, ne constituera plus qu'une partie de la radiologie.

Avant de vous énumérer quelques essais industriels, je pense bon de revenir sur les diverses propriétés des rayons X que nous allons utiliser. Nous savons :

Que les rayons X pénètrent la matière et qu'ils y sont absorbés suivant un certain coefficient. Cette absorption correspond à deux phénomènes : l'un est une diffusion sans changement de longueur d'onde, l'autre est une transformation par l'atome d'une partie de l'énergie X, en rayons secondaires tout à fait différents des rayons primaires, c'est l'absorption de fluorescence.

Digitized by Google

L'absorption des rayons X par la matière se révèle par divers phénomènes physiques ou chimiques :

Les rayons X impressionnent la plaque photographique et rendent fluorescents certains sels ;

Les rayons X peuvent être diffractés en traversant les milieux cristallins ;

Ils ionisent les gaz.

Ces propriétés vont nous permettre de classer en trois grandes catégories les applications industrielles dont je vais vous citer quelques exemples, ce sont :

1° Les procédés par enregistrement photographique des parties internes des corps opaques à la lumière : la « Radiométallographie » ;

2° L'utilisation de la diffraction : la « Cristallographie »;

3° Les méthodes de contrôle par ionisation : l' « Ionométrie ».

RADIOMÉTALLOGRAPHIE

Nous avons vu que les rayons X traversent les corps et y sont partiellement ou totalement absorbés.

Si donc, sous une éprouvette quelconque, par exemple, en acier

Fig. 6. — Radiographie de la pièce d'assemblage d'un avion métallique ; la pièce accuse des soufflures.

de 45 mm d'épaisseur, dans laquelle se trouve une soufflure de 1 mm d'épaisseur, nous plaçons une plaque photographique et que nous irradions l'éprouvette, nous aurons sur la plaque photographique une impression correspondant au rayonnement restant

Digitized by Google

après son absorption par 45 mm d'acier, sauf à l'endroit de la soufflure où le rayonnement n'aura eu que 44 mm à traverser. Il y aura donc, à cette place, une différence de teinte et la projection de la soufflure sera enregistrée sur la plaque photographique.

Les figures 6, 7, 8, 9, 10 caractérisent quelques-unes de ces applications.

Un examen photographique peut révéler aussi des différences de composition d'un alliage. C'est une méthode qui peut être très rapide et dans bien des cas donner des indications suffisantes.

A titre d'exemple, nous avons réalisé l'expérience suivante. On sait que l'absorption varie suivant le nombre atomique des corps traversés. Nous avons donc choisi 2 corps, le fer et le nickel, dont

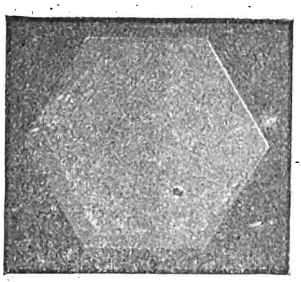


Fig. 7. — Eprouvette contenant des hétérogénéités et des défauts d'étirage.

les nombres atomiques sont respectivement 26 et 28. Nous avons enchassé une tige de nickel dans un cylindre de fer, tous deux de même épaisseur. La radiographie accuse une différence de teintes très marquée.

Dans cette expérience, intervient vraisemblablement le deuxième phénomène dont nous avons parlé lors de l'absorption, c'est-à-dire l'émission de rayonnement secondaire qui peut influencer plus ou moins la couche sensible en face de l'un ou l'autre métal; quoi qu'il en soit, la différence est assez nette pour être utilisée pratiquement.

Nous avons également radiographié une série d'éprouvettes d'acier à teneurs de tungstène très peu différentes. Or, chacune des images accuse sur la plaque photographique des diversités de teinte appréciables.

Des pièces peuvent également être contrôlées après montage et

Digitized by Google

dans leurs conditions même de travail. Les figures 6 et 9 en sont des exemples.

Les appareils dont je vous ai parlé tout à l'heure, et qui nous ont permis de radiographier des corps épais et très opaques, peuvent aussi être utilisés pour des recherches demandant une grande

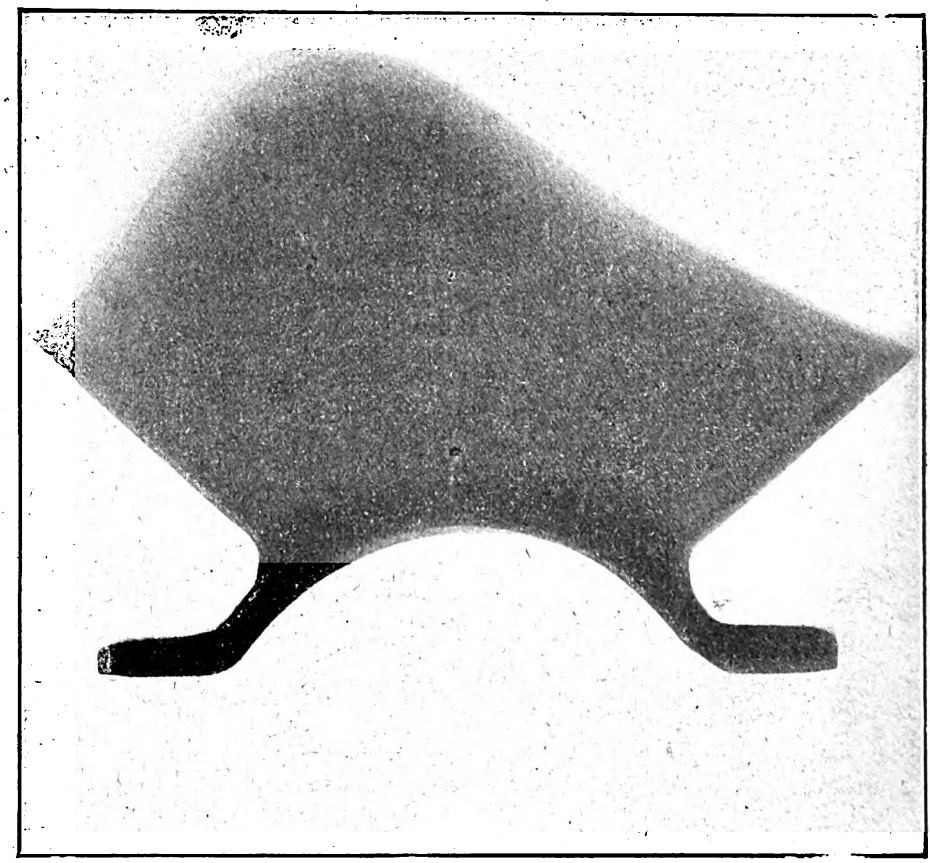


Fig. 8. — Assemblage de mâts d'avion dans une pièce d'aluminium.

sensibilité. C'est ainsi que de très intéressantes expériences ont été tentées pour l'examen des tableaux anciens. Le Dr Chéron, entre autres, a publié une série d'essais très curieux. On sait que les couleurs anciennes sont en partie composées de sels métalliques ; les couleurs blanches, qui contiennent des sels de plomb, sont les plus opaques. La radiographie donne tout le modelé des teintes et rèvèle la superposition des couches. On a même retrouvé par ce procédé, sous la couche apparente, d'autres images ou

Digitized by Google

ébauches. Une autre épreuve montre la sensibilité des appareils utilisés ainsi.

Avec la même ampoule et le même appareillage qui permet de traverser 50 mm d'acier, nous avons, pour des expériences toutes différentes, aussitôt après avoir examiné une grosse pièce de métal, radiographié le petit poisson que représente en grandeur naturelle la figure 11. Les bois contreplaqués de la figure 10, où l'on remarquera jusqu'à des différences d'épaisseur de colle, donnent également un exemple typique des détails qu'on peut obtenir avec

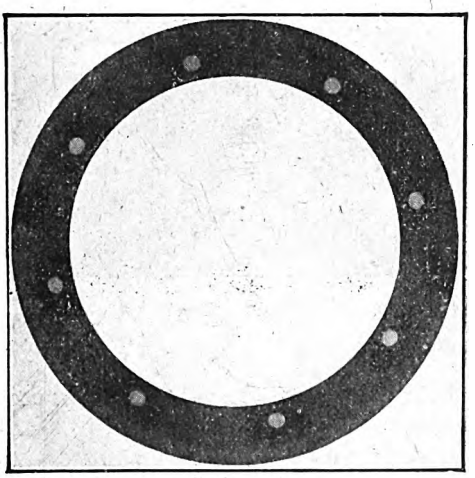


Fig. 9. — Distributeur de magnéto d'un moteur à 8 cylindres, radiographié pour le contrôle de la bonne adhérence des plots.

la radiographie. Par la radiographie, on distinguera facilement des soies plus ou moins « chargées ».

Ces quelques exemples font voir ce qu'on peut demander à la radio-métallographie lorsqu'il s'agit de choisir une substance, de contrôler des procédés d'usinage, d'examiner des pièces usagées, de vérifier une pièce sans lui faire subir un travail anormal.

L'aviation, l'automobile, la soudure autogène, toutes les usines de constructions mécaniques devront avoir bientôt dans leur laboratoire le poste de radiologie.

Même, des applications de contrôle purement industriel se répandront de plus en plus. Nous pourrions citer de nombreux exemples qui, par leur diversité, confirmeraient ces prévisions.

C'est, par exemple, l'examen de la micanite. La Compagnie

Digitized by Google

française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston vient d'installer, dans son usine de Colombes, un de ces appareils où les planches de micanite entraînées par un tapis roulant défilent sous le faisceau des rayons X. L'ouvrière élimine au passage toutes les

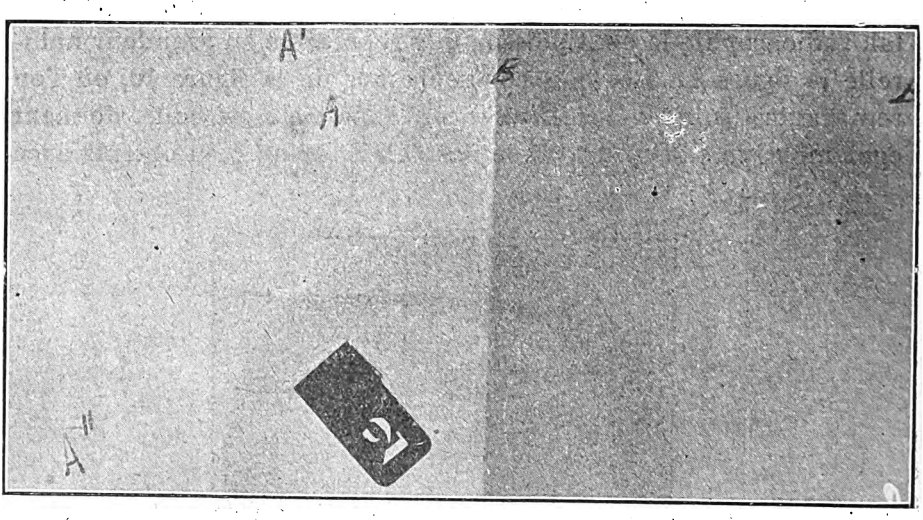


Fig. 10. — Bois contreplaqué; A, A', A" indiquent des défauts.

planches contenant des corps étrangers ou présentant des défauts d'épaisseur.

Pour le contrôle des charbons de lampes à arc de projecteurs,

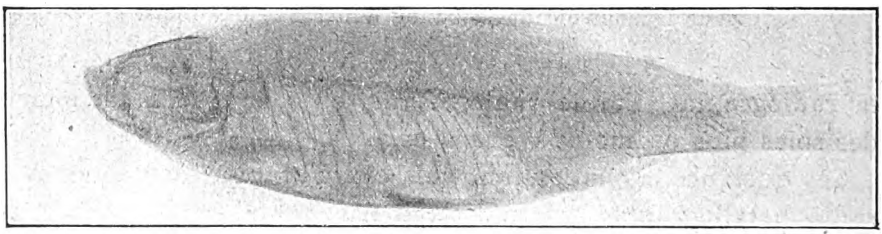


Fig. 11. — Radiographie d'un poisson.

d'électrodes des fours électriques, ce procédé a déjà été employé depuis plusieurs années à la Compagnie française des Charbons pour l'Électricité à Nanterre.

Nous avons également utilisé ce procédé dans nos fabrications d'ampoules à rayons X ou de pompes à vide. Là, le choix des matières et la qualité du travail ont une importance capitale.

Digitized by Google

Cette énumération pourrait évidemment être longue et je la terminerai par quelques mots sur l'examen des charbons.

On sait l'importance très grande, pour les houillères, de pouvoir déterminer rapidement le mode de lavage le plus avantageux, c'est-à-dire la marche la plus économique du lavoir. Or, l'examen radioscopique ou radiographique s'est révélé comme élément d'analyse devant être d'une aide inappréciable. Cela a été démontré par MM. Kemp, Mac Laren et Thomson d'Edimbourg qui ont spécialement travaillé cette question ces temps derniers.

La radiographie nous révèle la structure intérieure du charbon. On peut alors en choisir la partie voulue pour l'analyse, soit celle exempte d'impuretés, soit au contraire celle qui en contient davantage. Nous avons réalisé pour cet examen des appareils légers, transportables et simples, toujours prêts à fonctionner sans réglage complexe.

Nous reviendrons du reste sur cette méthode d'analyse des charbons lorsque nous décrirons certains procédés d'examen par ionisation.

Je n'abandonnerai pas cette catégorie d'expériences utilisant l'enregistrement photographique sans citer la radiocinématographie qui, dans l'industrie, peut avoir de nombreuses applications pour l'étude interne des corps soumis à un effort. On peut envisager, par exemple, l'examen radiocinématographique d'une hélice d'avion en plein travail au banc d'essai.

Notre Président, M. le Professeur Broca, s'attache actuellement, avec la collaboration du Dr Lomon, à mettre au point cette méthode pour laquelle nous avons construit des ampoules et des générateurs de courant excessivement puissants.

CRISTALLOGRAPHIE

Les belles recherches scientifiques de ces dernières années sur la spectrographie par les rayons X et la structure cristalline ont atteint maintenant un aboutissement industriel.

L'analyse des poudres cristallines par les rayons X ouvre un nouveau champ d'expériences.

La méthode consiste à employer le rayonnement monochromatique d'une ampoule à rayons X spéciale placée derrière un filtre qui élimine le rayonnement de longueur d'onde impropre à l'ex-

Digitized by Google

périence. Sur le trajet du faisceau monochromatique restant dont la longueur d'onde est connue, on place une petite quantité du corps à examiner et finement pulvérisé afin d'assurer une orientation moyenne des cristaux. Ces cristaux forment un centre de dispersion et les points de renforcement par interférence des ondes dispersées enregistrées sur un film photographique permettent de mesurer les distances réticulaires existant dans la substance et,

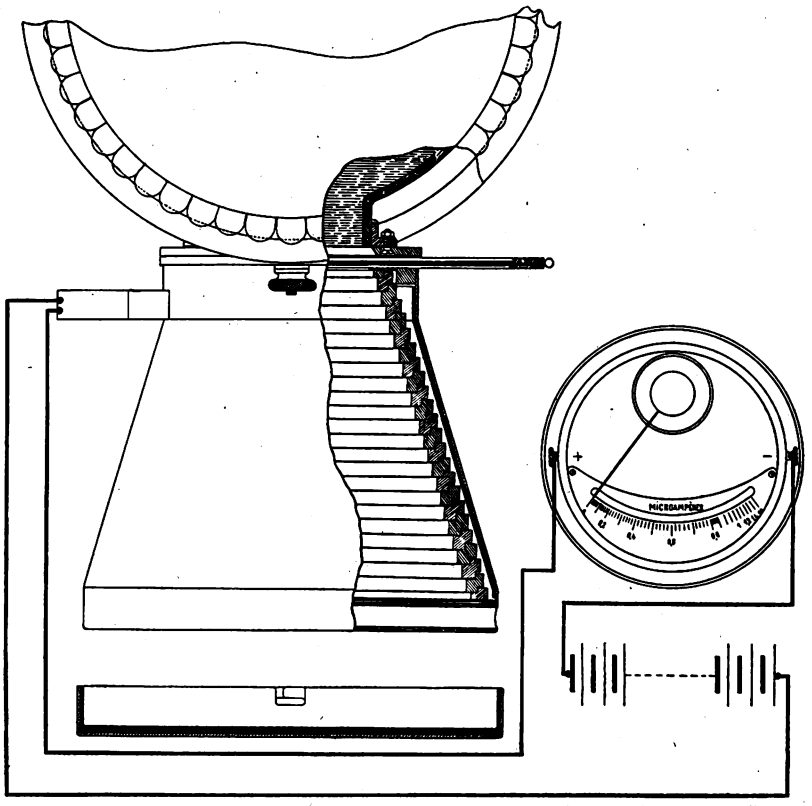


Fig. 12. — Intensionomètre des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

par conséquent, de se renseigner sur la structure intime du corps irradié.

On voit de suite les services que peut rendre cette méthode aux métallurgistes pour l'étude des métaux et des alliages, ainsi que pour les recherches sur la modification de la forme cristalline sous l'influence des traitements.

Une autre utilisation ingénieuse due à M. Dauvillier (1) est l'exa-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 27 octobre 1924, tome 179, n° 17.

Digitized by Google

men des perles. On sait qu'il existe, à côté des perles trouvées dans l'huître perlière et dites perles fines, des perles de cultures dites perles japonaises. Ces dernières sont composées d'un noyau de nacre plus ou moins gros et recouvert de perle : carbonate de chaux.

Quelquefois même, la perle fine contient un noyau.

Différencier ces perles sans les percer quand la couche a quelque épaisseur est excessivement difficile. La perle fine irradiée par un faisceau monochromatique distribue, sur la plaque photographique, des taches de Laue déterminées et la perle de culture, à cause de son noyau de nacre y ajoute une série d'autres taches très caractéristiques.

IONOMÉTRIE

Enfin, nous dirons quelques mots sur l'utilisation du phénomène d'ionisation par les rayons X.

Nous avons vu tout à l'heure que les rayons X ionisent les gaz. Or, nous avons maintenant le moyen d'enregistrer ces courants d'ionisation des gaz et de les lire sur des appareils de mesure réellement industriels.

Nous construisons deux sortes de dispositifs. L'un dit « intensionomètre », utilise l'ionisation de l'air; l'autre dit « dosimètre absolu », inventé par M. Dauvillier, utilise l'ionisation du xénon.

L'intensionomètre (fig. 12) est composé d'une grande chambre d'ionisation dans laquelle se trouvent des plateaux conducteurs superposés et isolés les uns des autres. La série paire est reliée à un pôle d'une batterie de piles, la série impaire à l'autre pôle. Dans le circuit est un galvanomètre. Lorsque la chambre d'ionisation est irradiée par un faisceau de rayons X, l'air séparant les plateaux devient conducteur et le courant électrique peut passer dans le circuit. On comprend alors facilement que si, entre le tube à rayons X et la chambre d'ionisation, on intercale un corps à examiner, la valeur d'ionisation variera suivant l'absorption du corps faisant écran.

C'est ainsi que l'on peut, au moyen des rayons X, déterminer d'une façon rapide la teneur en cendre du charbon. C'est une méthode venant compléter la méthode radiographique dont nous parlions tout à l'heure.

Il suffit de placer devant l'intensionomètre un certain poids de

Digitized by Google

charbon pulvérisé pour déterminer instantanément la teneur en cendre (fig. 13) d'après la nature de l'absorption du rayonnement X.

Pour obtenir une ionisation permettant le passage d'un courant appréciable, notre intensionomètre comporte une chambre de dimensions importantes.

Le « dosimètre » de Dauvillier, qui va avoir une application

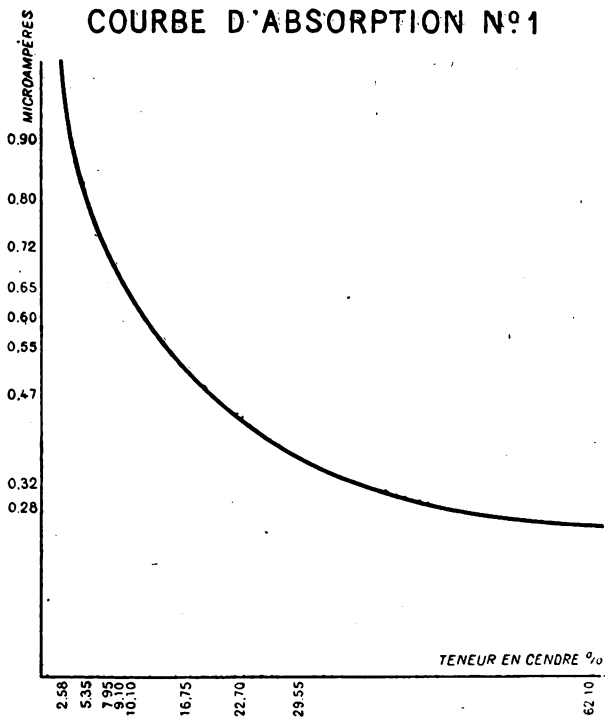


Fig. 13. — Courbe d'ionisation correspondant à la teneur en cendres de différents charbons.

très importante en radiothérapie, a, dans le cas qui nous occupe, de gros avantages, car sa chambre d'ionisation, que l'on voit dans le schéma (fig. 14), est très petite (25 mm de diamètre).

Elle est remplie de gaz « xénon » très lourd permettant une ionisation importante sous un petit volume.

La tension nécessaire est produite par un petit générateur à tension constante constitué par un transformateur, un condensateur et un kénotron; la déviation du galvanomètre est indiquée par un spot se déplaçant sur une échelle.

Digitized by Google

Avec cet appareil, on peut, au moyen d'une chambre d'ionisation très petite, faire certaines recherches ou exercer certains contrôles très importants en industrie : par exemple, localiser la place d'un défaut qu'ultérieurement on pourra étudier plus complètement, si cela est nécessaire, par des moyens radiographiques ou autres. Il sera possible, par exemple, d'introduire la chambre d'ionisation dans des espaces où ne pourraient être placées ni l'ampoule ni la plaque photographique, à l'intérieur d'une chaudière, par exemple.

L'indication de l'appareil de mesure étant immédiate, on con-

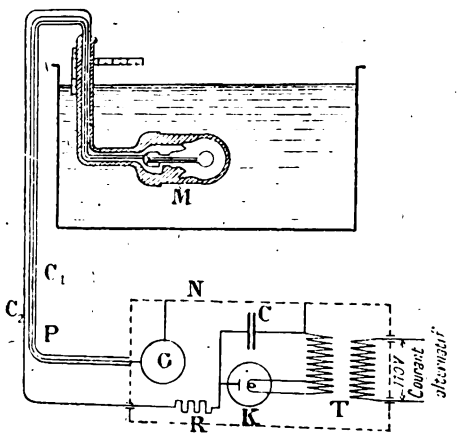


Fig. 14. — Schéma général du dosimètre Dauvillier montrant la chambre d'exploration immergée dans un fantôme d'eau : M, chambre exploratrice; T, transformateur; C, condensateur; K, kénotron; R, résistance; G, galvanomètre. Cet ensemble forme un petit générateur à tension constante pour appliquer la différence de potentiel aux bornes de la chambre exploratrice. C_1 est le conducteur reliant l'électrode axiale de la chambre à la borne isolée du galvanomètre G; C_2 est le conducteur servant à porter à un potentiel élevé l'enveloppe de la chambre; P est une gaine métallique reliée au sol.

çoit que, dans certains cas, l'examen peut être très rapide et, de ce fait, donner des avantages de premier ordre.

J'espère que la description rapide de cette appareillage moderne parfaitement industriel et sûr, offrant toute garantie au point de vue de la protection contre les rayons X, ainsi que l'énumération de quelques-unes des applications industrielles des rayons X, vous aura fourni un aperçu suffisant pour apprécier l'aide que le rayonnement X peut apporter à l'industrie pour l'amélioration de la construction et la diminution des prix de revient.

Digitized by Google

La France, dans cette industrie des rayons X, est, depuis plusieurs années, complètement libérée de la tutelle étrangère. On peut même dire qu'elle est à la tête du progrès. Les rayons X, qui ont pris une importance capitale dans le domaine médical et dans la science pure, auront, en un avenir prochain, une situation également prépondérante dans le contrôle industriel, et, de ce fait, donneront à notre industrie une arme de plus contre la concurrence étrangère.

Digitized by Google

COMPTE-RENDU DU CINQUANTENAIRE DE LA FONDATION DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE DE BRUXELLES

par M. JANET, *Membre de l'Institut* (1).

M. Janet rappelle l'origine de ces fêtes, auxquelles il a été appelé à représenter diverses institutions ; il en énumère les cérémonies, décrit spécialement les laboratoires électrotechniques de l'Ecole polytechnique. relate les conférences faites aux délégués et rapproche de l'enseignement donné à Bruxelles celui de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Dans le courant d'octobre dernier, la Société française des Electriciens, l'Ecole supérieure d'Electricité, la Société amicale des Ingénieurs sortis de l'Ecole supérieure d'Electricité recevaient une invitation ainsi conçue :

« Le Conseil d'Administration de l'Université libre de Bruxelles et l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole polytechnique de Bruxelles (A. I. Br.) ont l'honneur d'inviter .....

.....

à se faire représenter aux Cérémonies commémorant le Cinquantième Anniversaire de la Fondation de l'Ecole polytechnique (Faculté des Sciences appliquées) les jeudi, vendredi et samedi 20, 21 et 22 novembre 1924.

» Les fêtes du Cinquantenaire de la fondation de l'Ecole polytechnique coïncideront avec l'inauguration des nouveaux locaux destinés aux Facultés des Sciences et des Sciences appliquées ainsi qu'avec la pose de la première pierre du Groupe de Constructions universitaire soffertes par la C. R. B. Educational Foundation ».

D'autre part, la Société des Ingénieurs civils avait également reçu la même invitation : les Bureaux de ces diverses sociétés et la Commission administrative de l'Ecole supérieure d'Electricité m'ayant fait le grand honneur de me désigner pour les représenter aux fêtes projetées par nos amis Belges, je me rendis à Bruxelles dans le courant de novembre. Les fêtes devaient commencer le 19 : retenu à Paris ce jour-là et une partie du suivant, par des commissions ou des cours, je ne pus arriver à Bruxelles que le 20 au soir : ce n'est donc que par ouï-dire que je vous rendrai compte de ces débuts. D'ailleurs, la délégation française était

(1) Communication présentée à la réunion mensuelle du samedi 7 février 1925.

Digitized by Google

nombreuse; l'Ecole polytechnique était représentée par mon confrère, M. Maurice d'Ocagne, l'Ecole du Génie mariime par M. l'ingénieur général Tissier ; l'Université de Paris par M. G. Kœnigs, membre de l'Institut, celle de Strasbourg par M. Hackspill ; celle de Nancy par MM. Güntz, Petit, Vogt; celle de Lille par M. Swyngedauw, etc. Les nations qui s'étaient fait également représenter par des délégations plus ou moins nombreuses étaient le Danemark, l'Espagne, les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, l'Italie, le Japon, la Norvège, les Pays-Bas et la Suède. Le mercredi 19 novembre, à 21 heures, les délégués étaient reçus à la Fondation universitaire par M. le Recteur Brachet, qui, après avoir, dans une spirituelle allocution, adressé aux délégués les bienvenues d'usage, exposait le programme des cérémonies.

Il était convenu qu'au cours de celles-ci un seul délégué prendrait la parole au nom de tous ; cet honneur fut réservé à notre compatriote, M. Maurice d'Ocagne.

Le lendemain, 20 novembre, à 11 heures, en présence du Roi des Belges, du corps diplomatique et d'une nombreuse assistance, avait lieu, sous la présidence du Bourgmestre, M. Adolphe Max, la pose de la première pierre du groupe de constructions universitaires offertes par la C.R.B. Educational Foundation (C.R.B. signifie Commission for relief in Belgium). Il est intéressant de rappeler l'origine de ces fonds. On sait que, dès le début de la guerre, les Etats-Unis firent un effort considérable pour ravitailler les malheureuses populations de la Belgique envahie. Les fonds ainsi recueillis furent administrés avec la plus grande sagesse par un comité spécial et laissèrent, à la fin de la guerre, un solde important, 60 millions de francs si je ne me trompe. Les Américains, avec leur générosité habituelle, se refusèrent à bénéficier de cet excédent, et l'abandonnèrent aux fondations universitaires belges. C'est grâce à une partie de ces fonds que doivent s'élever les nouveaux bâtiments de l'Université de Bruxelles.

A cette cérémonie de la pose de la première pierre de ces bâtiments, notre compatriote, M. Maurice d'Ocagne prit la parole au nom de tous les délégués et apporta à l'Ecole polytechnique belge, dont on célébrait le Cinquantenaire, le salut des grandes Ecoles et Universités de tous les pays représentés, et à la Belgique le juste hommage de leur admiration.

L'après-midi de ce même jour, à 14,15 h, avait lieu la séance

Digitized by Google

solennelle de commémoration du Cinquantième anniversaire de la fondation de l'Ecole polytechnique. La séance fut ouverte par un discours de M. Paul Heger, président du Conseil d'administration de l'Université libre de Bruxelles. Voulez-vous me permettre de saluer en passant le nom de cet homme éminent à qui j'ai eu le grand plaisir et le très grand honneur d'être présenté pendant ces journées. Malgré son grand âge, M. le docteur Paul Heger est un véritable apôtre, et c'est lui qui a été l'âme de toute cette réorganisation de l'Universté et de l'Ecole polytechnique de Bruxelles à l'éclosion de laquelle nous étions conviés à assister. M. le docteur Paul Heger, autrefois professeur à la Faculté de Médecine de Bruxelles et bien connu par de beaux travaux de physiologie, se trouva brusquement, pendant l'envahissement de son pays, placé à la tête de l'Université dont il fallait sauvegarder les intérêts. La guerre terminée, le docteur Heger continua à se dévouer entièrement à l'œuvre entreprise et, en particulier, à la réorganisation de l'Université et de l'enseignement technique supérieur. Par sa largeur de vues, par l'élévation de son caractère, M. le docteur Heger sut rassembler et concilier toutes les bonnes volontés et attirer les dons généreux à cette grande institution qui est justement fière de son nom, l'Université libre de Bruxelles.

La journée n'était pas finie, et à 17 heures, le Conseil communal de la Ville de Bruxelles recevait les délégués dans le merveilleux cadre de l'Hôtel de Ville.

Le soir, le Ministre des Affaires étrangères, M. Paul Hymans, dans une réception tout intime, voulait bien nous ouvrir les portes de sa maison particulière où, avec une bonne grâce charmante, Mme Paul Hymans sut avoir un mot aimable pour chacun des délégués.

Le lendemain vendredi, des tramways spéciaux nous prenaient place d'Anvers pour nous conduire aux nouveaux locaux universitaires du Solbosch, près du Bois de la Cambre. A 10 heures, séance d'inauguration, avec discours divers, et description générale, avec projections à l'appui, des nouveaux bâtiments par M. Louis Baes, président de la Faculté des Sciences appliquées ; puis remise par l'A.I.B.R. du Médaillon commémoratif du Cinquantenaire de l'Ecole polytechnique ; à cette remise, nous eûmes là la bonne fortune d'entendre M. le bourgmestre Max, dont on connaît le rôle héroïque pendant l'invasion allemande.

La journée, qui s'annonçait bien remplie, fut agréablement cou-

Digitized by Google

pée par un déjeuner par petites tables organisé dans le laboratoire de mécanique et où je fus heureux d'avoir pour voisins nos amis MM. Léon Gérard et A. Halleux.

La visite des laboratoires commença immédiatement après; et nous parcourûmes successivement les laboratoires de mécanique, d'hydraulique, d'électricité et de physique.

Le laboratoire de mécanique comporte un certain nombre de chaudières variées, et de machines à vapeur dont les principales sont une machine à piston de 120 ch, une turbine à vapeur Rateau de 200 ch, des moteurs à explosion et à combustion, des machines frigorifiques; nous signalerons également un certain nombre d'appareils destinés à mesurer la puissance mécanique, dynamoteurs-dynamomètres, frein hydraulique, moulinet Renard, frein de Prony, etc.

Le laboratoire d'hydraulique comporte un circuit hydraulique dans lequel pourra être maintenu un courant atteignant 18 000 m^3 par heure avec canal de mesure, canal de retour, déversoir et bache à orifices ; une turbine hydraulique pouvant fonctionner sous pression de 17 m de hauteur d'eau, et un certain nombre de pompes centrifuges, de turbines, de compresseurs et de ventilateurs.

Les laboratoires d'électricité, comme il est naturel, retinrent plus particulièrement mon attention. Tandis que la foule s'écoulait dans les autres parties du bâtiment, je restais seul dans le laboratoire d'électrotechnique avec M. Halleux qui voulut bien m'en faire les honneurs en me donnant tous les détails techniques susceptibles de m'intéresser : le laboratoire peut recevoir six ou sept groupes d'opérateurs, chaque table de travail étant desservie par un tableau qui peut leur donner les courants sous les formes nécessaires. L'ensemble est commandé par un tableau général triphasé qui desservira l'Université tout entière. Une salle spéciale, communiquant avec la première, sera disposée pour recevoir les groupes d'étalonnage, les groupes d'excitation, les transformateurs et régulateurs d'induction.

Enfin, une vaste salle est prévue pour les hautes tensions pouvant atteindre 1 million de volts. Le laboratoire est complété par deux batteries de 1 000 A-h chacune : un groupe de 60 kw constitué par une machine à courant continu et un alternateur triphasé, deux groupes de transformation à courant continu destinés à fournir des tensions variables, et une série de transformateurs.

Digitized by Google

Notons que les machines d'essai auront toutes une puissance de 10 kw à la vitesse normale de 1 000 tours par minute.

A une certaine distance du laboratoire d'électrotechnique, et profitant de ses ressources, se trouve le laboratoire de mesures, dirigé par M. Van Cauwenberghe. Ce laboratoire comprend une vaste salle réservée aux mesures courantes, les socles des galvanomètres posés sur la terre vierge présentent toute la stabilité voulue. C'est à ce laboratoire qu'est rattaché le laboratoire de haute tension dont nous avons parlé plus haut.

Cette visite intéressante achevée, la foule des visiteurs se porta à l'un des amphithéâtres de l'Ecole où devaient avoir lieu un certain nombre de conférences limitées chacune à une demi-heure. C'est ainsi que le professeur de physique, M. Picard, en une causerie extrêmement remplie et suggestive, nous présenta, avec une précision et avec une sûreté remarquables, un certain nombre d'expériences empruntées aux différentes branches de la physique : nous citerons en particulier la mise en évidence, au moyen d'un couple thermoélectrique, de la différence de température qui se produit entre les deux faces d'une lame métallique courbée (échauffement du côté concave, refroidissement du côté convexe) ; la mise en évidence de variations de pression extrêmement faibles (de l'ordre du dix millième d'atmosphère) par l'emploi d'un léger déplacement d'air chaud et d'une pile thermo-électrique ; le tracé en projection d'un cycle d'hystérésis par l'emploi de deux miroirs rectangulaires, la décharge d'un électromètre par les rayons γ du radium produite d'une extrémité à l'autre de l'amphithéâtre au moyen d'un gramme de bromure de radium réuni pour la circonstance, etc.

Dans la conférence suivante, M. Van Cauwenberghe nous exposa comment, par des expériences très simples et très frappantes, on pouvait donner à des débutants la notion du champ magnétique par l'emploi d'une bobine exploratrice manœuvrée dans le voisinage d'une bobine fixe, et sans passer, comme dans l'enseignement classique, par les propriétés des aimants. Cet exposé, très intéressant au point de vue didactique, fut accueilli avec beaucoup de faveur par le public de professeurs qui y assistait.

La soirée de ce même vendredi fut remplie par une soirée artistique organisée à la Fondation universitaire, en présence du Prince héritier.

Le samedi 22 novembre, matin et soir, eurent lieu d'autres con-

Digitized by Google

férences consacrées plus spécialement à la mécanique parmi lesquelles nous signalerons tout particulièrement celle de M. Louis Baes sur quelques applications récentes de la photo-élasticité.

Pendant cette même matinée du 22, la délégation française alla déposer une gerbe sur la tombe du Soldat inconnu, démarche qui alla au cœur de nos amis belges, ainsi qu'en témoignèrent les journaux du lendemain.

L'après-midi de ce même samedi, M. Maurice Herbette, Ambassadeur de France à Bruxelles, et Mme Herbette, eurent la très aimable pensée d'inviter la délégation française à venir prendre le thé avec un certain nombre de personnalités belges; c'est là que j'eus le très grand plaisir de faire la connaissance du docteur Heger.

Enfin, le soir, un très nombreux banquet réunissait tous ceux qui avaient pris part à ces belles fêtes avec leurs hôtes belges et les anciens élèves de l'Ecole polytechnique de Bruxelles. Un certain nombre de toasts furent prononcés et, par certains d'entre eux, nous pûmes juger de la reconnaissance que témoigne la Belgique aux Etats-Unis pour le don magnifique qu'ils ont fait à ses Universités.

Nous ne saurions trop remercier nos amis belges du chaleureux et cordial accueil qu'ils nous ont fait pendant ces quelques jours. De notre côté, nous tenons à leur dire combien nous avons admiré leur puissant effort de réorganisation de leur enseignement technique supérieur ; les principes qui ont guidé cette réorganisation sont fondés sur les règles suivantes :

a) Limiter le nombre des enseignements oraux ;

b) Réduire considérablement la durée des cours oraux ;

c) Organiser les travaux de laboratoire et les travaux d'application.

Ces principes se rapprochent trop de ceux que nous avons toujours suivis à l'Ecole supérieure d'Electricité pour que nous ne les approuvions pas entièrement : grâce aux dons magnifiques que l'Université de Bruxelles a reçus, non seulement de l'Amérique, mais de la Ville de Bruxelles, des frères Solvay, de l'industrie et des banques, elle a pu réaliser son programme dans des proportions grandioses ; nous avons tout lieu d'espérer que, dans un avenir proche et toute proportion gardée, nous pourrons à notre tour convier nos amis pour inaugurer les bâtiments et les laboratoires de la nouvelle Ecole supérieure d'Electricité, reconstruite et agrandie d'une façon moderne et digne de son passé.

Digitized by Google

MESURES
DE RAYONNEMENT DES STATIONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES

par M. MESNY.

L'auteur, après avoir exposé le principe des mesures à petite, puis à grande distance, établit les formules permettant de calculer la force électromotrice induite dans une antenne verticale ; il indique le degré d'approximation de ces formules. Il explique pourquoi il est impossible d'employer des réceptions à réaction et expose les avantages que donne des bobines sinusoïdales, la méthode employée pour étalonner les circuits ; il termine en signalant les méthodes d'observation.

PRINCIPE DES MESURES A PETITE DISTANCE

Le rayonnement d'un émetteur en un point donné peut être caractérisé par le champ électrique qu'il produit en ce point ; pour mesurer ce champ, on utilise le plus souvent un cadre, car les constantes électriques de ce dernier peuvent être définies et mesurées avec précision, ce qui n'est pas le cas pour une antenne. Ce cadre étant orienté normalement au champ magnétique, on accorde le circuit oscillant dont il fait partie à la fréquence de l'onde reçue et l'on mesure le courant induit par cette dernière.

Soit i ce courant, r la résistance du circuit, s la surface totale du cadre, H l'amplitude du champ magnétique de l'onde, f sa fréquence ; la force électromotrice induite dans le cadre se déduit de la dérivée du flux qui le traverse, son amplitude est

$$H s \omega$$

et l'on a la relation :

$$H s \omega = r i.$$

Introduisons le champ électrique E en remarquant que

$$E = c H \quad \text{et} \quad \omega = 2\pi f,$$

c étant la vitesse de la lumière. Il vient alors, en unités électromagnétiques,

$$E = \frac{c r i}{2 \pi s f}.$$

On mesure s, i et r avec un thermoélement, f avec un ondemètre et on peut calculer E.

---

(1) Communication présentée à la réunion annuelle du samedi 7 février 1925.

Digitized by Google

Pour les usages pratiques, il est plus commode d'utiliser, au lieu du champ exprimé en unités électromagnétiques, la force électromotrice qu'il induirait dans un fil vertical de 1 mètre de hauteur ; on exprime en général cette dernière en microvolts par mètre et elle est donnée par la formule :

$$(1) \qquad \mathcal{E} = 478.10^5 \frac{r\,i}{s\,f}.$$

Ces formules sont écrites avec les unités les plus commodes pour les emplois pratiques; f est en kilopériodes par seconde, s, en mètres carrés ; r, en ohms et i, en milliampères.

Quand $\mathcal{E}$ est connu, ainsi que la distance D de l'émetteur et l'intensité I_e dans son antenne, on peut calculer la hauteur de rayonnement par la formule :

$$(2) \qquad h = \frac{\mathcal{E}\,D}{1{,}2571\,I_e f},$$

où h est exprimé en mètres ; D, en kilomètres et I_e, en ampères.

Principe des mesures a grande distance.

La méthode précédente n'est applicable qu'à des distances de quelques longueurs d'onde, parfois une ou deux seulement. On peut en imaginer d'autres dérivées de celle-là en utilisant des amplifications du courant ; nous allons décrire celle employée à l'Observatoire de Meudon pour les mesures journalières de rayonnement des grandes stations européennes et américaines. En voici le principe :

1° Amplifier convenablement le courant produit dans le cadre par l'émission et remplacer le téléphone par un appareil indicateur comportant une aiguille mobile sur un cadran ;

2° Pendant la réception, noter la graduation à laquelle se fixe l'aiguille ;

3° Quand l'émission étudiée est arrêtée, exciter le cadre sur la même onde avec un petit émetteur auxiliaire local dans lequel est intercalé un appareil de mesure donnant un courant que nous appellerons I ;

Le couplage de cet émetteur local avec le cadre est variable, de telle sorte qu'il est possible de faire varier le courant i induit dans le cadre. On amène alors ce courant à une valeur telle que l'aiguille de l'appareil indicateur arrive à la même graduation que pendant l'excitation par l'émission elle-même ;

5° La valeur numérique du couplage du cadre avec l'émetteur

Digitized by Google

auxiliaire étant connue, il est possible de déduire de I la valeur du courant i.

On verra même par la suite que la méthode fournit directement le produit ri, ce qui dispense de la mesure toujours délicate de la résistance. C'est là un avantage précieux surtout si l'on considère que r est ici la résistance d'un circuit connecté à un amplificateur, condition qui augmente singulièrement les difficultés de mesure.

Description du montage. — L'émetteur auxiliaire E (fig. 1) est du type hétérodyne, il est susceptible de fournir un dixième d'ampère environ. Il excite un circuit oscillant F grâce à la boucle de

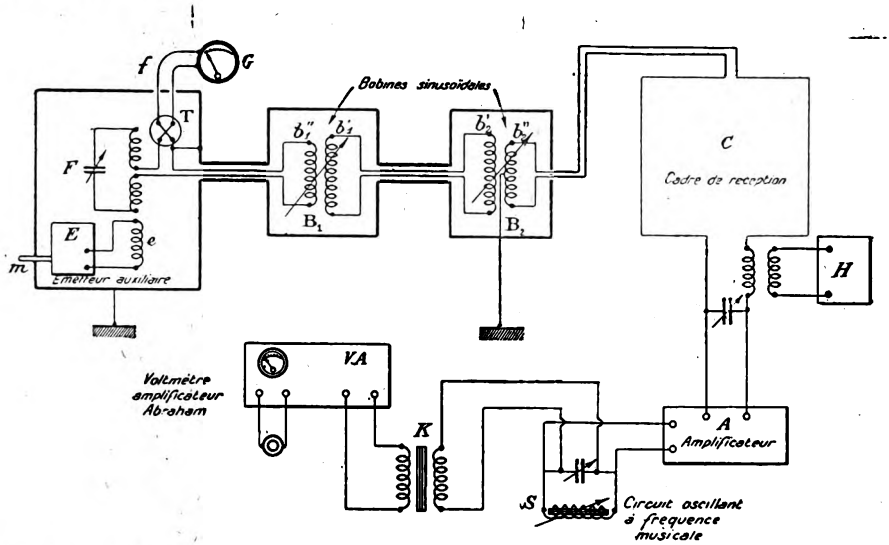


Fig. 1. — Schéma du montage pour effectuer des mesures à grande distance.

couplage e ; ce circuit F est un circuit filtreur qui débarrasse de ses harmoniques le courant fourni par E. Le courant bien sinusoïdal qui circule dans F est indiqué par le thermoélément T connecté avec un galvanomètre continu G. Ce courant peut être mesuré dans des conditions convenables entre 0,5 et 20 milliampères.

B_1 et B_2 sont des bobines de couplage sinusoïdales. Chacun de ces systèmes comprend une bobine fixe b'_1 ou b'_2 dans laquelle tourne une bobine mobile b''_1 ou b''_2. Les enroulements sont établis de telle sorte que le coefficient d'induction mutuelle entre b' et b'' soit proportionnel au sinus de l'angle que font les plans de leurs spires ; b'_1 et b'_2 connectées ensemble forment un circuit apériodique'; b'_1 est dans le circuit de F et au milieu de la bobine qui

Digitized by Google

en fait partie ; b''_2 est dans le circuit du cadre C et au milieu de ce dernier.

De grandes précautions sont prises pour que l'action de E sur C se limite absolument à celle obtenue par les couplages que nous venons de considérer. A cet effet, le poste E et le circuit F se trouvent dans une cage de Faraday parfaitement close ; les bobine B_1 et B_2 sont chacune dans une cage : les conducteurs allant d'une cage à l'autre sont sous gaine métallique ; toutes les cages et gaines sont à la terre. Le couple thermoélectrique T est placé au milieu de la bobine du filtreur F et connecté à la masse de la cage de façon à empêcher les oscillations de sortir de la cage par l'intermédiaire des fils f allant au galvanomètre G.

Un commutateur spécial permet de modifier ce montage en supprimant l'usage des bobines B_1 et en connectant directement b'_2 au milieu de F ; le couplage est alors plus énergique et permet d'induire des courants plus intenses dans le cadre pour le cas des émissions très puissantes.

Un amplificateur convenable A comportant le détecteur est connecté directement au condensateur du cadre ou bien à un circuit secondaire. Le téléphone est remplacé par un circuit oscillant S comportant un condensateur et une inductance variable, circuit qui peut être accordé sur les fréquences acoustiques. Un millivoltmètre Abraham est connecté aux deux bornes du condensateur de ce circuit S par l'intermédiaire d'un transformateur K ; il comporte un milliampèremètre qui mesure le courant de plaque de sa dernière lampe et un téléphone qui permet de suivre à l'oreille les variations de ce courant.

Une hétérodyne H, couplée avec le cadre, complète l'installation.

Pour obtenir une bonne sélection, il faut recevoir sur secondaire, mais celui-ci n'est pas figuré sur le schéma.

Formules de calcul. — Cherchons maintenant les formules qui permettront de calculer la force électromotrice $\mathcal{E}$, induite par mètre dans une antenne verticale, en fonction des données de l'installation. Pour cela, il suffit d'égaler la force électromotrice induite par l'onde de fréquence f dans le cadre de surface s :

$$\mathcal{E} = Hs\omega = \frac{2\pi s f}{c} E \tag{3}$$

à celle produite par l'émetteur auxiliaire au moment où on a obtenu, par son moyen, la même déviation de l'appareil indica-

Digitized by Google

leur. Nous allons calculer cette dernière par une méthode approchée ; nous étudierons ensuite le degré d'approximation des formules.

a) Cas d'une seule bobine sinusoïdale (fig. 2). — Soit M_2 l'induction mutuelle entre les deux bobines b'_2 et b''_2 quand les plans de leurs spires sont parallèles, α_2 l'angle de la normale aux plans des spires de l'une d'elles avec les plans des spires de l'autre, $m_2 = M_2 \sin \alpha_2$ la valeur de la mutuelle inductance correspondant à

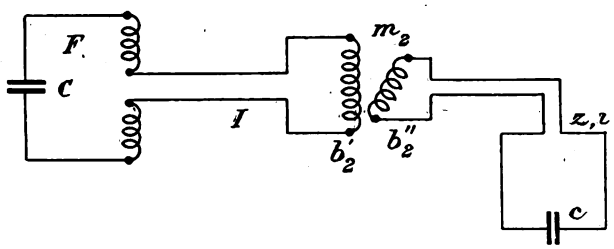


Fig. 2. — Cas d'une seule bobine sinusoïdale.

l'angle α_2. La force électromotrice induite dans le cadre pour le courant I qui circule dans F est :

(4) $$e' = m_2 \omega I.$$

Egalant les expressions (3) et (4) de e et de e' on trouve, en unités électromagnétiques :

(5) $$E = \frac{m_2 \omega c}{2\pi s f} I = \frac{c m_2}{s} I$$

ou, avec les unités employées dans la pratique :

(6) $$\mathcal{E} = 3.10^5 \frac{M_2 I}{s} \sin \alpha_2.$$

où M_2 est exprimé en microhenrys, I en milliampères et s en mètres carrés.

b) Cas de deux bobines sinusoïdales (fig. 3). — Soit maintenant M_1, α_1 et $m_1 = M_1 \sin \alpha_1$ les mêmes éléments que précédemment relatifs à l'autre bobine sinusoïdale. La force électromotrice induite par le courant I de F dans le circuit intermédiaire b'_1 b'_2 est :

$$m_1 \omega I$$

et le courant i_1 dans ce circuit est :

$$i_1 = \frac{m \omega_1 I}{\sqrt{L^2_1 \omega^2 - R^2_1}},$$

Digitized by Google

L_1 et R_1 étant l'inductance et la résistance du circuit $b'_1 b'_2$, Comme R_1 est toujours petit par rapport à $L_1\,\omega$ (1), il vient :

$$i_1 = \frac{m_1 I}{L_1}.$$

La force électromotrice induite dans le cadre est enfin :

$$e' = m_2\,\omega\,i_1 = \frac{m_1}{L_1}\,m_2\,\omega\,I. \tag{7}$$

Egalant e et e'', on trouve en unités électromagnétiques :

$$E = \frac{m_1}{L_1}\,\frac{cm_2}{s}\,I.$$

On peut remarquer que l'expression de E est égale à celle obte-

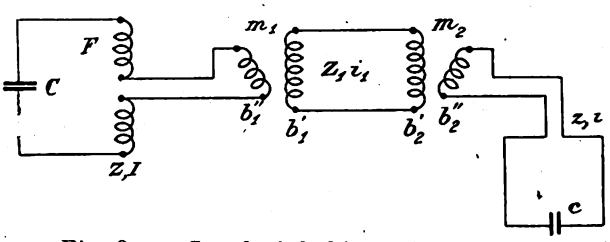


Fig. 3. — Cas de 2 bobines sinusoïdales.

nue avec une seule bobine (formule 5) multipliée par $\frac{m_1}{L_1}$.

Avec les unités employées dans la pratique, il vient :

$$\mathcal{E} = 3 \cdot 10^5\,\frac{M_1}{L_1}\,\frac{M_2 I}{s}\,\sin\alpha_1 \sin\alpha_2, \tag{8}$$

avec les mêmes unités que dans la formule (6).

On remarquera que les constantes du circuit F ne figurent pas dans les formules (5) et (8). Son accord est donc indifférent et, pour qu'il remplisse son rôle de filtre, il suffit que sa fréquence propre ne soit pas trop éloignée de celle de l'onde pour que son impédance soit beaucoup plus forte pour les harmoniques de la fréquence f que pour cette fréquence elle-même.

APPROXIMATION DES FORMULES PRÉCÉDENTES. — Les formules précédentes ne sont qu'approchées, car on n'a pas tenu compte des réactions des circuits excités sur ceux avec lesquels ils sont couplés.

(1) Dans l'installation de Meudon, $L_1 = 160\ \mu$H et R_1, inférieure à 0.5 ohm pour λ = 15 000 mètres, ne dépasse pas 2 ohms pour λ = 3 000 mètres.

Digitized by Google

Ce que nous indique l'appareil indicateur qui se trouve à l'extrémité de la chaîne des éléments amplificateurs, c'est l'égalité des courants circulant dans le cadre dans les deux cas où on a observé ses indications. La différence de potentiel aux bornes du condensateur du cadre pour le cas où l'on reçoit en direct, l'induction dans le secondaire pour celui où l'on utilise un deuxième circuit de réception, sont en effet déterminés par l'intensité dans le cadre.

Nous allons nous rendre compte de l'erreur possible en recherchant les rapports des forces électromotrices e' et e'' calculées au numéro précédent, à celle induite par l'onde, le courant dans le cadre étant supposé le même dans chaque cas.

a) *Cas d'une seule bobine sinusoïdale* (fig. 2). — Soit e la force électromotrice produite par l'onde, le poste auxiliaire étant éteint; m'_2 l'induction mutuelle entre les bobines b'_2 et b''_2 différente de la valeur m_2 qu'on sera conduit à employer quand l'émetteur auxiliaire excitera le cadre ; soient encore z et Z les impédances complexes du circuit du cadre et de celui du circuit F (1) :

$$z = j\left(l\omega - \frac{1}{c\omega}\right) + r, \quad Z = j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) + R, \quad \text{avec } j = \sqrt{-1}.$$

Si I et i sont les intensités dans le circuit F et dans le cadre, on a :

$$ZI + jm'_2\omega i = 0$$
$$jm'_2\omega I + zi = e,$$

d'où l'on tire :

$$e = zi\left[1 + \frac{m'^2_2\omega^2}{Zz}\right]. \tag{9}$$

Quand l'émetteur auxilaire fonctionne, une force électromotrice e est appliquée par ce dernier au circuit F, et l'on a :

$$ZI + jm_2\omega i = e,$$
$$jm_2\omega I + zi = 0,$$

d'où :

$$m_2\omega I = jzi. \tag{10}$$

Pour des valeurs égales de i, on a donc :

$$e = -jm_2\omega I\left[1 + \frac{m'^2_2\omega^2}{zZ}\right];$$

(1) Nous n'introduisons pas les réactions sur les circuits de l'émetteur auxiliaire lui-même pour ne pas compliquer les équations; les résultats que nous obtiendrons ainsi suffisent au but à atteindre.

Digitized by Google

e diffère donc de la valeur admise au numéro précédent : $m_2 \omega I$ à moins de faire :

$$m'_2 = 0 \qquad \text{ou} \qquad \alpha'_2 = 0$$

pendant la mesure sur l'onde.

Si cette condition n'est pas remplie, l'erreur peut devenir appréciable sur les ondes les plus courtes. L'amplitude de e est en effet égale à celle de $m_2 \omega I$ multipliée par le module de :

$$1 + \frac{m'^2_2 \omega^2}{z Z},$$

qui peut atteindre :

$$1 \pm \frac{m'^2_2 \omega^2}{|z| . |Z|}.$$

Dans l'installation de Meudon, prévue pour des ondes supérieures ou égales à 3 000 mètres, $M_2 = 8 \mu H$, de sorte que $m'_2 \omega$ peut atteindre 5 ohms ; des erreurs de 25 à 30 pour cent seraient à redouter dans certains cas.

b) *Cas de deux bobines sinusoïdales* (fig. 3). — Quand le cadre est excité par l'onde, en appelant z_1 et i_1 l'impédance complexe du circuit intermédiaire b'$_1$ b'$_2$ et l'intensité qui y circule, on a les nouvelles équations :

$$\begin{aligned} Z I + j m'_1 \omega i_1 &= 0, \\ j m'_1 \omega I + Z_1 i_1 + j m'_2 \omega i &= 0, \\ j m'_2 \omega i_1 + z i &= e ; \end{aligned}$$

d'où l'on tire :

$$e = z i \frac{1 - \dfrac{m'^2_2 \omega^2}{z Z_1} + \dfrac{m'^2_1 \omega^2}{Z Z_1}}{1 + \dfrac{m'^2_1 \omega^2}{Z Z_1}}. \tag{11}$$

Quand le cadre est excité par l'émetteur auxiliaire, une force électromotrice e agit sur le circuit F, et on a :

$$\begin{aligned} Z I + j m_1 \omega i_1 &= e, \\ j m_1 \omega I + Z_1 i_1 + j m_2 \omega i &= 0 \\ j m_2 \omega i_1 + z i &= 0, \end{aligned}$$

d'où l'on tire :

$$\frac{m_1 m_2 \omega^2 I}{Z_1} = z i \left(1 + \frac{m'^2_2 \omega^2}{z Z_1} \right), \tag{12}$$

En comparant les relations (11) et (12) à la relation (7), on voit que, dans ce cas, il est peut-être nécessaire de faire $m'_2 = m_2$ pen-

Digitized by Google

dant les mesures sur l'onde étudiée. La bobine B_2 doit alors rester immobile pendant toutes les opérations.

IMPOSSIBILITÉ D'EMPLOYER DES RÉCEPTIONS A RÉACTION. — Les résultats du numéro précédent montrent que des erreurs sont d'autant plus à craindre que la résistance du cadre est faible. Son impédance z peut en effet se réduire alors à une valeur très petite et le terme $\frac{m'^2_2 \omega^2}{|z| \cdot |Z|}$ peut devenir très important quand m'_2 n'est pas rigoureusement nul.

De semblables effets sont à craindre chaque fois qu'on emploie des amplificateurs dans lesquels il y a tendance à l'accrochage, cas très fréquent, même dans les appareils qui en principe n'emploient pas la réaction.

Quand ces circonstances se produisent, non seulement z est petit, mais il devient impossible d'admettre qu'il ne dépende que du circuit du cadre lui-même. Les réactions varient en effet très notablement avec les moindres variations dans les couplages.

On s'assure facilement qu'il n'y a pas de réactions nuisibles en vérifiant, comme il est dit plus bas, que le courant dans le cadre reste bien constant quand on donne à α_1 et α_2 des groupes de valeurs tels que le produit (sin α_1 sin α_2) soit constant.

RAPPORT DES VALEURS EXTRÊMES DES FORCES ÉLECTROMOTRICES. — La force électromotrice maximum que l'on peut induire dans le cadre s'obtiendra en employant seulement une bobine. La formule (4) donne :

$$e' = M_2 \sin \alpha_2 \omega I,$$

on prendra :

$$\alpha_2 = 90^0 \qquad \text{et} \qquad I = 20 \text{ mA environ.}$$

La formule (7)

$$e' = \frac{M_1}{L_1} M_2 \omega \sin \alpha_2 I$$

permet de calculer la force électromotrice minimum en faisant $I = 0{,}5$ mA et en donnant à α_1 et α_2 les plus petites valeurs compatibles avec une précision convenable. On peut admettre 10°.

Le rapport des forces électromotrices extrêmes est alors

$$\frac{20}{0{,}5} \cdot \frac{L_1}{M_1} \cdot \frac{1}{\sin^2 10^0} = 26\,000 \text{ environ,}$$

dans le montage de Meudon, où $M_1 = M_2 = 8\,\mu\text{H}$ et $L_1 = 160\,\mu\text{H}$.

Digitized by Google

AVANTAGES DES BOBINES SINUSOÏDALES. — On pourrait évidemment employer une disposition quelconque pour les bobines de couplage, mais les bobines sinusoïdales offrent les avantages suivants :

1° Il est inutile de faire l'étalonnage pour toutes les positions de couplage. Il suffit de le faire pour une position ($\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$, par exemple) et de vérifier que la loi sinusoïdale s'applique bien. Cette vérification est facile grâce à l'existence de deux bobines en série ; en faisant varier α_1 et α_2 de façon à conserver la même déviation au millivoltmètre, le produit (sin α_1 sin α_2) doit rester constant ;

2° L'existence d'une position de couplage nul permet de vérifier que le système d'excitation ne réagit sur le cadre que par l'intermédiaire des bobines ;

3° Il y a pour chaque bobine b''_1 ou b''_2 quatre positions qui doivent donner exactement le même couplage, par conséquent la même déviation au millivoltmètre, et cela permet de faire intervenir à l'occasion le procédé des moyennes.

Dans les conditions de la pratique, il arrive parfois aux circuits du cadre ou de la réception un peu d'excitation par une voie différente de la voie normale des bobines B. Cet effet se traduit par le fait qu'en manœuvrant les bobines b''_1 ou b''_2 l'extinction de son ne se produit pas exactement au zéro de la graduation ; il peut y avoir dans les plus mauvaises circonstances 3° ou 4° de différence.

Parfois même l'extinction peut être remplacée par un simple minimum de son, ce qui indique que la force électromotrice normale et la force électromotrice perturbatrice ne sont pas en phase; mais alors il est facile de ramener l'extinction en modifiant un peu les accords.

Soit alors i l'intensité nécessaire dans le cadre pour amener le milliampèremètre du voltmètre amplificateur à une graduation donnée n; i', l'intensité induite par la force électromotrice provenant des bobines B, et i_p, celle due à la force électromotrice perturbatrice. On a algébriquement :

$$i = i' + i_p,$$

et nous allons voir que la valeur du courant i peut être déduite des angles α'_2 et α''_2 lus sur les cadrans des bobines b''.

Faisons en effet tourner la bobine b''_2 de façon à la placer à

Digitized by Google

une graduation α'_2 située de l'autre côté du zéro ; le courant induit i' aura, par rapport à i_p, un sens inverse de celui de i', et si l'on donne à α'_2 une valeur telle que le voltmètre amplificateur revienne à la même graduation n, on aura :

$$-i = -i' + i_p .$$

De ces deux relations, il résulte que

$$i = \frac{i' + i''}{2}.$$

Comme i' et i'' sont proportionnels à $\sin \alpha'_2$ et $\sin \alpha''_2$, on obtiendra i en remplaçant, dans l'une des formules (6) ou (8) :

$\sin \alpha_2$ par $\frac{1}{2}(\sin \alpha'_2 + \sin \alpha''_2)$ ou, le plus souvent, α_2 par $\frac{1}{2}(\alpha'_2 + \alpha''_2)$.

ÉTALONNAGE DES CIRCUITS. — Il importe de connaître avec précision les facteurs figurant dans les relations (6) et (8).

$$M_2 \qquad \text{et} \qquad \frac{M_1 M_2}{L_1}.$$

On peut les déterminer en mesurant séparément M_1, M_2 et L_1, mais on peut aussi employer une méthode plus directe qui sert au besoin de vérification.

Soit i l'intensité dans le cadre excité par l'émetteur auxiliaire au moyen d'une seule bobine, r sa résistance, I l'intensité fournie par le système couple-galvanomètre préalablement étalonné. Si le cadre est accordé sur l'onde reçue, la formule (4) donne pour $\alpha_2 = 90^0$:

$$ri = M_2 \omega I.$$

On donne à I une valeur suffisante pour que i vaille au moins 1 à 2 milliampères et on mesure ce dernier courant avec un autre système couple-galvanomètre également étalonné ; on mesure la longueur d'onde, d'où l'on déduit ω. M_2 résulte alors de la relation précédente.

Pour avoir $\frac{M_1 M_2}{L_1}$, on utilise le montage lui-même, au complet.

Les deux bobines B étant en service, on fait $\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$, on allume l'excitateur E et on note la graduation au voltmètre amplificateur. Ensuite, par la manœuvre du commutateur, on passe à la deuxième disposition dans laquelle B_1 est hors circuit et, en manœuvrant b'_2, on ramène le voltmètre amplificateur à la graduation lue précédemment.

Digitized by Google

La force électromotrice obtenue est précisément égale à celle correspondant au cas où $\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$, et l'on a :

$$M_2 \sin \alpha_2 \omega I = \frac{M_1}{L_1} M_2 \omega I,$$

d'où :

$$\frac{M_1}{L_1} = \sin \alpha_2.$$

S'il arrive que α_2 est trop petit pour donner la précision voulue, on fait la première opération avec une intensité I_1, la seconde avec une intensité I_2 plus faible et l'on a :

$$\frac{M_1}{L_1} = \sin \alpha_2 . \frac{I_2}{I_1}.$$

Méthode d'observation. — Supposons d'abord que le poste à étudier fasse un trait d'une certaine durée. Le poste E étant éteint et l'hétérodyne H allumée, on met les deux bobines sinusoïdales à zéro, puis on manœuvre l'hétérodyne de façon à entendre l'émission sur une note convenable; on accorde alors le circuit S à la résonance acoustique ; cet accord, très précis, est atteint quand le millivoltmètre donne sa déviation maximum. On note cette déviation δ.

On éteint alors H et on allume E en plaçant E à peu près sur la fréquence f. Cela fait, on manœuvre l'émetteur E par le moyen de la poignée m qui sort de la cage; son émission interfère avec celle de la station et on continue la manœuvre jusqu'à éteindre le son. A ce moment, la fréquence de E est égale, à très peu près, à celle de la station à l'étude.

On attend alors la fin du trait ou bien on place le cadre à la position d'extinction, puis on rallume H. On attend quelques instants pour que cette hétérodyne ait repris son régime et l'on recommence à manœuvrer la poignée de E en surveillant l'aiguille du voltmètre amplificateur. On continue la manœuvre jusqu'à ce que la déviation soit à nouveau devenue maximum. Ce réglage est extrêmement précis et, lorsqu'il est réalisé, on est certain d'avoir exactement la même note musicale de battement.

Il ne reste plus qu'à orienter les bobines sinusoïdales, jusqu'à ce que la déviation devienne égale à la déviation δ notée au début ; ce résultat atteint, on lit les angles α_1 et α_2, puis on déduit l'intensité I de l'étalonnage de son système de mesure. La force élec-

Digitized by Google

tromotrice en microvolts par mètre est alors donnée par l'une ou l'autre des formules (6) ou (8).

MESURES FAITES PENDANT LA MANIPULATION. — Dans le cas où le poste émetteur ne fait pas un trait continu, il est plus difficile d'arriver à noter, sur le voltmètre amplificateur, la graduation d'équilibre, l'aiguille se déplaçant constamment pendant la manipulation. Cependant, en observant cette aiguille pendant quelque temps, on arrive toujours à avoir des signaux d'assez longue durée pour pouvoir déterminer sa position d'équilibre.

MESURES FAITES AU TÉLÉPHONE. — On peut remplacer le voltmètre amplificateur par un simple téléphone. Dans ce cas, le poste émetteur doit remplacer son trait continu par une série de traits courts, durant par exemple deux à trois secondes et séparés par des silences de même durée. On dispose alors, sur le circuit de la bobine b'_2, un manipulateur que l'on abaisse pendant les intervalles de l'émission; en manœuvrant la bobine b'_2, on cherche alors à obtenir un son de hauteur et d'intensité égales à celles données par l'émission. C'est la méthode préconisée par de Bellescize en 1918 et appliquée pendant la campagne de l'Aldébaran.

EMPLOI D'UNE BOBINE AUXILIAIRE. — On sait que la nuit il arrive fréquemment qu'il soit impossible d'éteindre une émission par rotation du cadre. La méthode décrite dans cette note devient alors inapplicable si la transmission n'est pas interrompue. Pour parer à cette difficulté, on peut construire une bobine ayant aussi exactement que possible la même self-induction que le cadre et disposée de façon à ce que l'on puisse faire varier légèrement cet élément pour l'amener expérimentalement à la même valeur. Une résistance variable est également disposée en série avec cette bobine ou avec le cadre.

Un commutateur permet de mettre en circuit, à volonté, le cadre ou la bobine. On profite alors d'un moment de silence du poste à mesurer pour équilibrer le cadre et la bobine au moyen du poste auxiliaire et du voltmètre amplificateur ou du téléphone. Ensuite, pour faire la mesure, on écoute l'émission à mesurer avec le cadre et le poste auxiliaire avec la bobine.

On peut éviter l'usage de l'inductance et de la résistance de réglage par le procédé suivant. La bobine auxiliaire ayant à peu

Digitized by Google

près la même inductance que le cadre, on dresse à l'avance un petit tableau contenant les lectures V_b du voltmètre amplificateur quand la bobine est en service, en fonction des lectures V_c, qui correspondent au cas où c'est le cadre qui est utilisé, l'excitation étant la même dans les deux cas.

Si pendant l'observation de l'émission on a lu une graduation V_c, on reproduira avec la bobine la graduation V_b, lui correspondant dans le tableau. Il suffit naturellement de dresser ce tableau pour deux ou trois valeurs de V_c seulement.

Cas d'une émission très puissante. — Quand l'émission à mesurer est très puissante, comme il arrive pour le cas d'une station peu éloignée, on peut simplifier les opérations précédentes. L'amplificateur devient inutile et l'on branche directement le cadre aux bornes du voltmètre amplificateur. Un secondaire cesse également d'être utile, car les brouillages ne sont plus à craindre.

Enfin, le voltmètre amplificateur étant sensible à un courant de haute fréquence, on peut se passer de l'hétérodyne.

Digitized by Google

L'UTILISATION DE LA RADIOGONIOMÉTRIE POUR L'ÉTUDE DU PHÉNOMÈNE DE L'ÉVANOUISSEMENT (1)

par M. GUY DU BOURG DE BOZAS (1)
Ingénieur I. E. G.

La radiogoniométrie n'est pas une science née d'hier.

Dès le début de ce siècle, MM. Blondel, le général Ferrié et Bellini étudièrent, d'une façon précise, la théorie des cadres et des concentrateurs d'ondes.

M. Mesny en équilibrant les circuits oscillants au moyen de compensateurs augmenta notablement la précision des mesures.

D'autres physiciens, dont la liste serait longue, contribuèrent également à la création de nombreux modèles de radiogoniomètres.

L'emploi d'ondes entretenues de plus en plus courtes exigea cependant de nouveaux travaux.

L'un des plus récents, exposé ici, indiquera la possibilité de l'application de la radiogoniométrie à l'étude encore bien incomplète de l' « évanouissement ».

Considérons un cadre vertical mobile autour d'un axe vertical et fermé sur un condensateur variable.

L'action sur ce cadre d'un champ électromagnétique composé de deux vecteurs, l'un électrique vertical et l'autre magnétique horizontal (numériquement égaux à une certaine distance s'ils sont exprimés en unités absolues, électrostatiques et électromagnétiques) engendre dans ce cadre une force électromotrice alternative.

On peut faire le calcul de la force électromotrice induite dans le cadre, soit en considérant uniquement l'action du champ électrique sur ses parties verticales, soit encore en considérant le flux qui le traverse.

Un poste radiogoniométrique se présente donc schématiquement sous la forme suivante : un cadre collecteur d'ondes pouvant tourner autour de son axe et un appareil récepteur amplificateur.

---

(1) Communication présentée à la réunion du samedi 7 février 1924.

Digitized by Google

Si l'on cherche à déterminer la position du cadre pour le maximum de son dans les téléphones, on observe que l'intensité de réception reste invariable dans une zone assez grande (40° quelquefois). Déterminer un azimut avec cette approximation serait illusoire.

Cependant, dans la région du minimum de force électromotrice, l'indétermination n'est plus la même. En faisant tourner lentement le cadre, l'intensité de réception décroît rapidement, puis s'annule.

En continuant la rotation, on constate la présence d'un secteur de réception nulle, puis les signaux deviennent de nouveau perceptibles.

Les points d'extinction et de réapparition du signal sont symétriques de part et d'autre du point d'extinction théorique.

La valeur de la force électromotrice induite est de la forme :

$$K \cos \alpha.$$

Représentons cette fonction en coordonnées polaires : A B étant la direction de propagation des ondes, nous obtenons deux cercles tangents dont les centres sont situés sur A B (fig. 1).

Pour chaque angle α, la valeur de la force électromotrice induite est donnée par le vecteur O V.

Les variations de O V sont faibles dans le voisinage de A B, ce qui explique l'indétermination du maximum de son.

Au contraire, dans la région O V″ de faibles variations (1) d'angle correspondent à des variations importantes de force électromotrice induite.

Par exemple, si le système cadre-récepteur-opérateur cesse de percevoir les signaux pour une valeur O V′, il commencera à les entendre à nouveau pour une valeur O V″ égale. Les angles β' et β'' du diagramme étant égaux.

La méthode serait parfaite si les phénomènes mis en jeux étaient aussi simples que nous l'avons dit. En pratique, il arrive souvent que l'on n'observe aucune extinction.

Considérons, en effet, un cadre C et un circuit récepteur que, pour simplifier, nous supposons être une simple lampe détectrice.

---

(1) Si l'on emploie un détecteur rectifiant, cristal, lampe (on sait que l'intensité du courant détecté varie comme le carré de la force électromotrice, appliquée aux bornes du détecteur), les variations de son deviennent de ce fait plus sensibles encore.

Digitized by Google

Le cadre C placé dans l'azimut théorique d'extinction se comporte comme une antenne, le contrepoids étant constitué par les piles et accumulateurs.

Dans ces conditions, on n'observe souvent aucune extinction.

Mais on peut créer artificiellement un second contrepoids électriquement équivalent au premier et qui le compense. On arrive facilement à ce résultat par l'emploi d'un condensateur variable (compensateur Mesny).

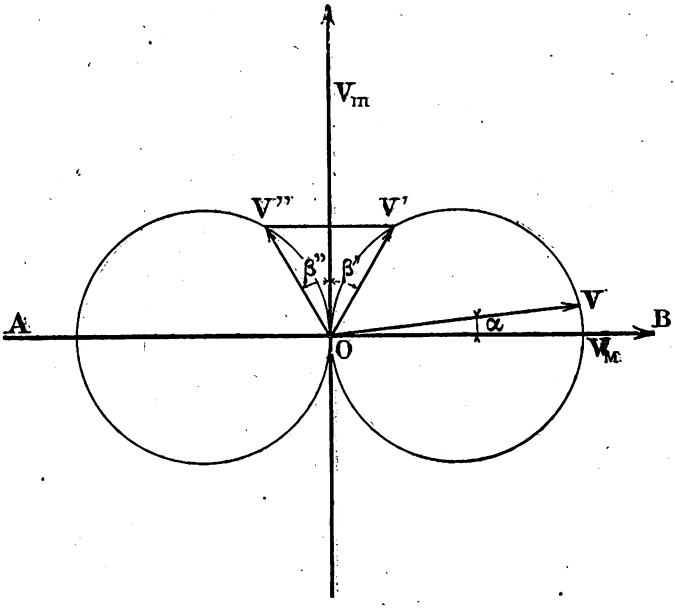


Fig. 1. — Courbe en coordonnées polaires de la force électromotrice induite par une onde de direction de propagation A B.

Il est bien évident que le réglage de compensation peut varier avec chaque mesure.

D'un autre point de vue, on constate souvent une dyssymétrie dans les mesures : les deux secteurs d'extinction ne sont pas diamétralement opposés comme l'indique la théorie.

Ce phénomène est dû au mauvais isolement de certaines parties de l'installation qui créent une résistance de fuite.

Cependant, si l'on dispose, à l'aide d'une résistance réglable, une seconde résistance de fuite symétrique de la première, on peut rétablir la concordance diamétrale des extinctions.

Pour les ondes courtes, il est préférable d'employer des cadres

Digitized by Google

à petit nombre de spires espacées entre elles, ce qui a pour effet de diminuer la capacité parasite entre les spires de l'enroulement.

Afin d'obtenir une grande sensibilité sans trop compliquer les réglages, on se sert de la réaction.

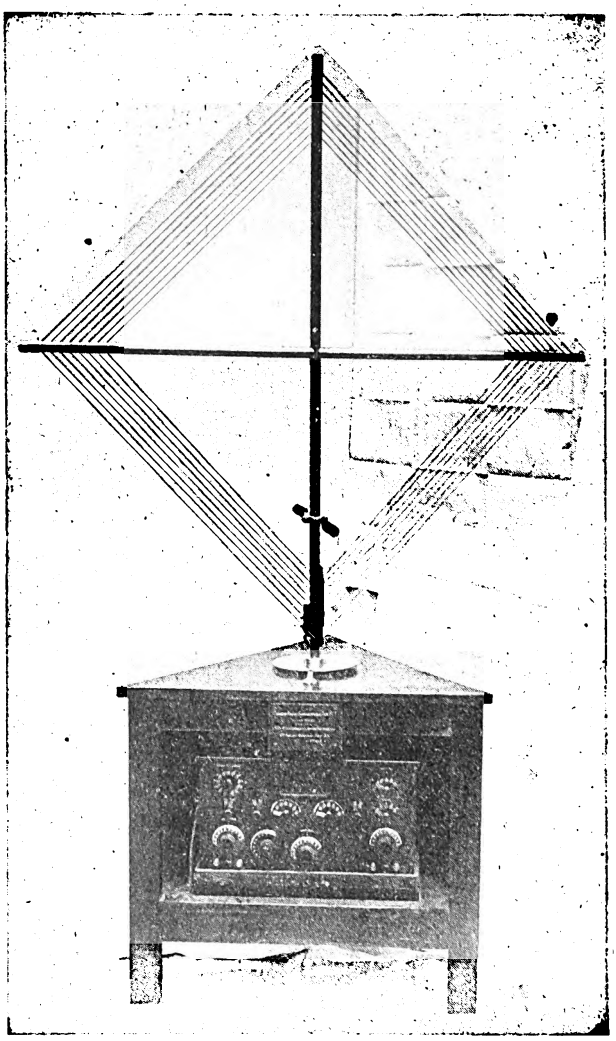


Fig. 2. — Radiogoniomètre S. E. T. type transportable.

Cependant, les appareils régénérateurs utilisés sur cadre font rayonner celui-ci. On emploiera donc de préférence un montage dans lequel la réaction est faite sur un circuit intermédiaire.

Digitized by Google

L'appareil se présente alors de la façon suivante :

Amplification à haute fréquence — circuit intermédiaire — détection et réaction.

Les différents organes : bobines, condensateurs, seront suffisamment éloignés, judicieusement orientés et protégés par une cage de Faraday.

Cependant, à une certaine distance du poste émetteur, on pourra sans grands inconvénients supprimer la cage de Faraday qui est une gêne pour l'exploitation.

Pour déterminer l'emplacement d'un poste de T. S. F., il faut au moins deux radiogoniomètres.

Mais, dans ce cas, l'indétermination des mesures est absolue lorsque le poste à situer est placé sur la droite qui relie ces deux radiogoniomètres. Tout réseau de contrôle normal comprendra donc trois postes.

Un facteur variable, sur lequel il faut compter également, est l'habileté de l'opérateur qui doit avoir une certaine sensibilité d'oreille pour percevoir d'une façon précise la compensation, puis l'extinction des postes à surveiller.

En dehors des erreurs imputables à l'équation personnelle de l'observateur et qui peuvent fausser considérablement les mesures, il faut aussi tenir compte d'erreurs dont les causes sont encore mal connues et qui se traduisent par des azimuts inexacts de plusieurs degrés.

Ces déviations sont surtout sensibles la nuit et à tel point qu'elles peuvent, dans certains cas, rendre les mesures illusoires.

Dans la réception courante des ondes hertziennes, on constate souvent la nuit des variations d'intensité brusques ou progressives qui font successivement apparaître ou disparaître le son aux écouteurs.

Sur la cause de ce phénomène nommé par certains « fading effect » et par d'autres « évanouissement », de multiples hypothèses ont déjà été faites.

Nous allons donc vous indiquer ici quelques résultats types qui résument l'ensemble des constatations effectuées.

Les observations que vous relèverez plus loin ne vous sont pas imposées, bien au contraire ; il est demandé à tous ceux qui peuvent effectuer ce genre d'expériences de les confirmer ou les réfuter définitivement.

Digitized by Google

Si l'on éloigne progressivement la nuit un cadre radiogoniométrique d'un poste émettant des ondes entretenues courtes, on constate, à une certaine distance de ce poste, l'apparition de me-

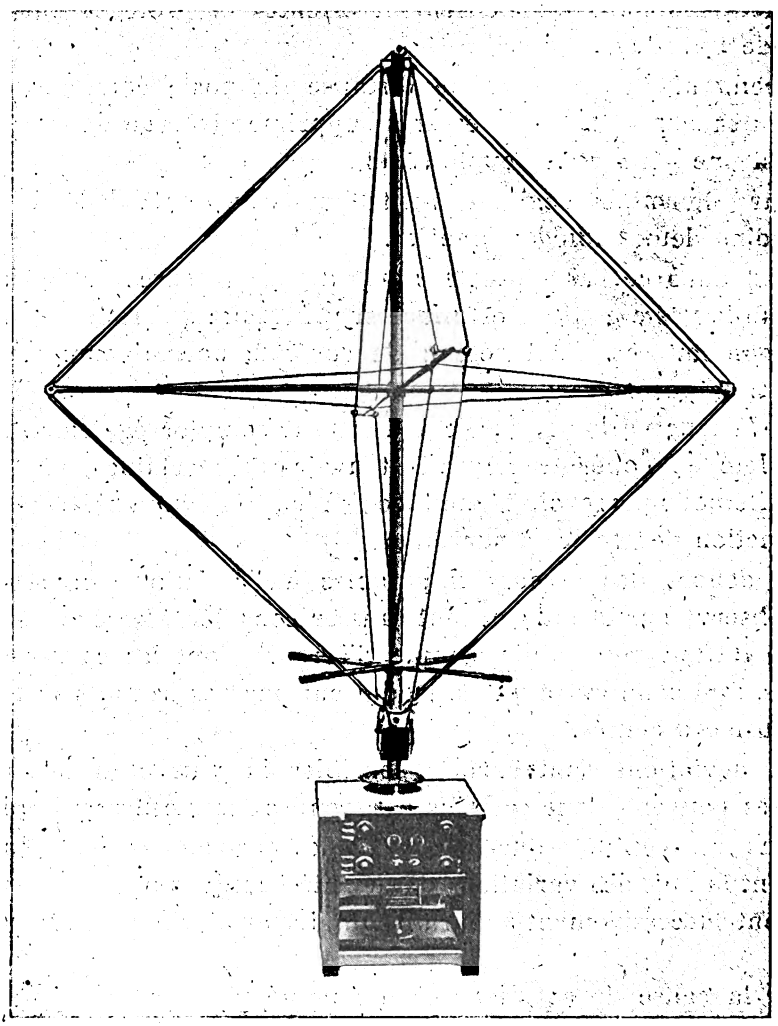


Fig. 3. — Radiogoniomètre S. E. T., pour ondes entretenues et amorties de 20 à 3 000 mètres. (Brevets Guy du Bourg).

sures floues coïncidant avec le phénomène de l' « évanouissement ».

On constate également dans la réception courante que l' « évanouissement », presque nul sur les grandes ondes, croît dans la

Digitized by Google

région de l'onde 200 mètres puis décroît ensuite pour les ondes très courtes.

L'absence d' « évanouissement » pour les ondes très longues

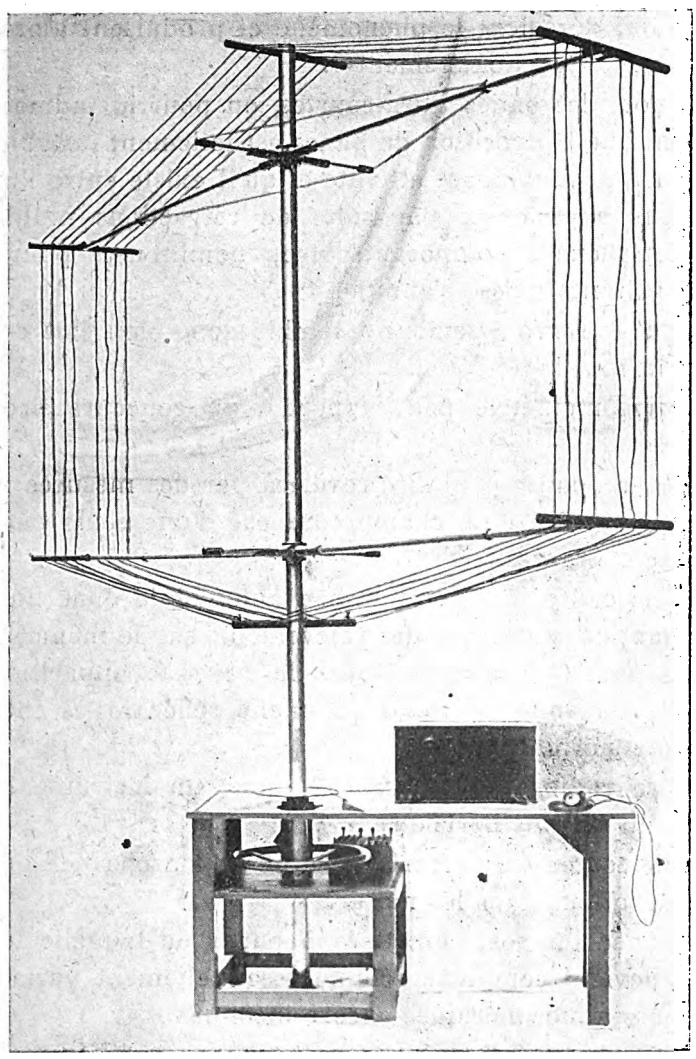


Fig. 4. — Radiogoniomètre S. E. T., type aéronautique et station côtière. (Brevets Guy du Bourg).

pourrait s'expliquer par la faible probabilité d'obtenir une onde réfléchie de même amplitude que l'onde incidente normalement transmise et décalée par rapport à celle-ci d'une demi-longueur d'onde environ, décalage correspondant à une différence de marche considérable quand il s'agit de grandes ondes.

Digitized by Google

Sur les ondes courtes, au contraire, l'opposition de phase se produirait plus facilement.

Mais à de telles fréquences, cette opposition totale de phases ne peut être qu'instable à cause des variations atmosphériques brusques qui dérèglent le phénomène et produisent alors l'intermittence de l' « évanouissement ».

Enfin, pour les ondes ultra-courtes, on pourrait admettre premièrement que l'opposition de phase est tellement instable qu'elle n'est jamais pratiquement atteinte et qu'il existe entre la terre et les couches supérieures par suite de réfractions multiples un champ complexe à composantes trop nombreuses pour que sa valeur résultante puisse s'annuler.

L'effet d' « évanouissement » semble donc bien être causé par un phénomène d'interférence.

La radiogoniométrie peut apporter un concours précieux à cette étude.

En effet, un cadre équilibré revèlera par des mesures nettes et stables la présence d'un champ composé d'une seule onde (onde normalement transmise).

Ce même cadre, déplacé par une automobile dans une plaine et effectuant constamment des relèvements sur le même émetteur signalera par des mesures floues la brusque apparition d'une oscillation nouvelle vraisemblablement réfléchie et interférant avec l'onde normale.

Le cadre radiogoniométrique est donc un instrument utile à l'analyse du champ hertzien.

Il révèle toutes les perturbations de la marche des ondes par des perturbations dans les mesures.

La distance du poste émetteur à partir de laquelle le champ hertzien devient complexe semble essentiellement variable avec des facteurs atmosphériques encore inconnus.

D'ailleurs, la variation de cette distance aux différentes heures de la nuit pourrait vraisemblablement donner une mesure quantitative de la variation de l'ensemble de ces facteurs.

En effet, certaines nuits, l'onde entretenue de 200 mètres reçue par un cadre semble encore pure et normale à 500 km de l'émetteur, tandis que d'autres nuits, la même onde à 50 km du même poste est déjà affaiblie par des interférences avec des ondes réfléchies sur certains obstacles atmosphériques.

Digitized by Google

La nuit du 20 mars 1923, à 22 heures, un cadre fut déplacé de Paris au moyen d'un véhicule dans la direction de Creil.

L'émetteur de 50 watts alimentation était situé à Paris.

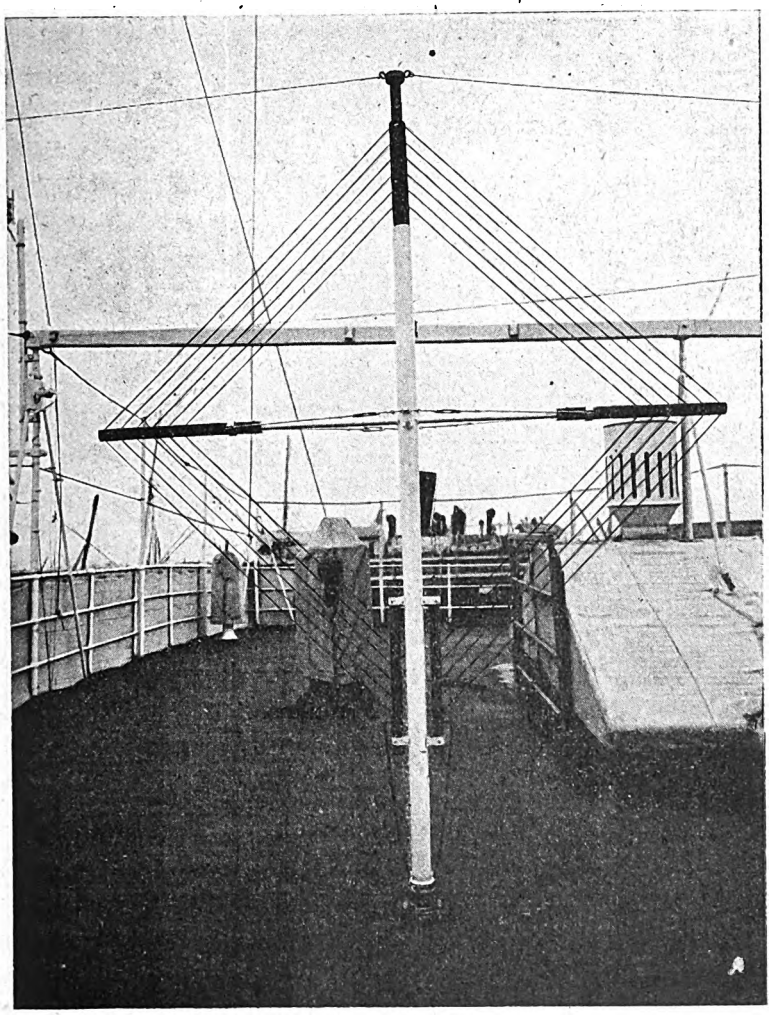


Fig. 5. — Radiogoniomètre S. E. T., type marine : vue du cadre placé à l'extérieur. (Brevets Guy du Bourg).

Ce poste transmettait alternativement l'onde de 120 mètres, celle de 150 mètres et celle de 300 mètres.

L'onde de 120 mètres fut azimutée nette et sans affaiblissement jusqu'à 10 km du poste émetteur ; au delà de cette distance les mesures devinrent impossibles bien que le poste fût fortement

Digitized by Google

reçu. L'onde de 150 mètres fut azimutée nettement jusqu'à 20 km.

Quant à l'onde de 300 mètres, elle fut toujours azimutée correctement (l'expérience s'arrêta à 50 km de l'émetteur).

Le phénomène d'affaiblissement apparut seulement pour l'onde

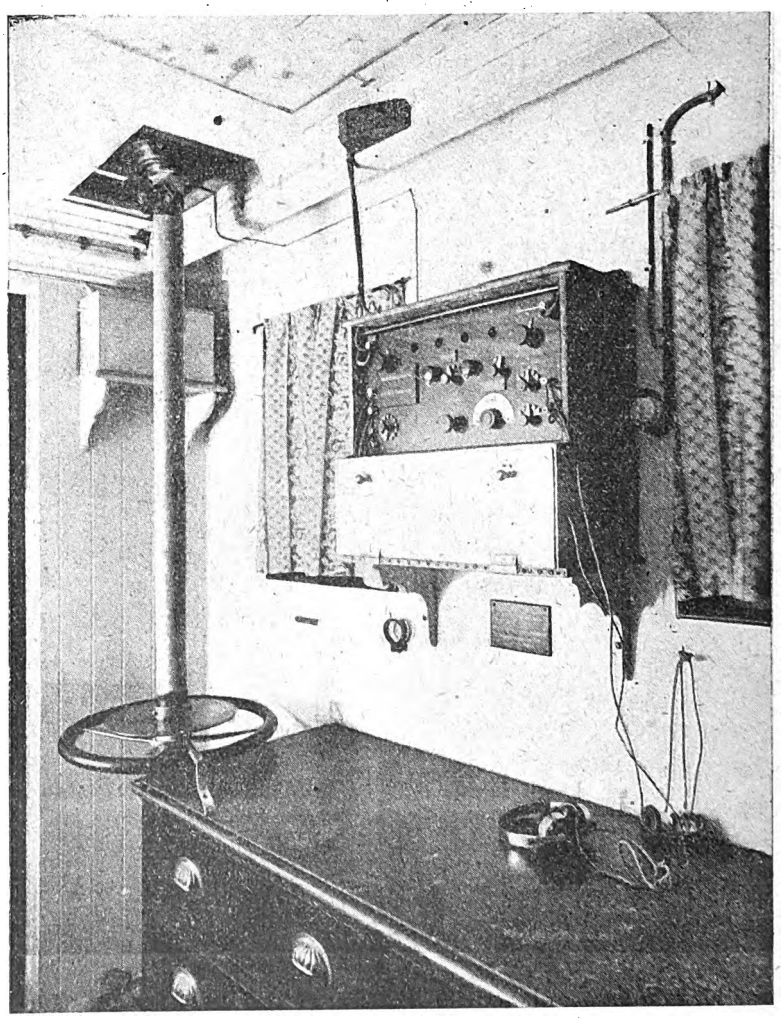


Fig. 6. — Radiogoniomètre S. E. T., type marine : vue intérieure du poste.

de 50 mètres et à partir du moment où les interférences rendirent cette onde inazimutable (30 km de l'émetteur).

Le 25 septembre 1923, l'alimentation de ce même poste fut portée à 90 watts et l'onde émise, réduite à 100 mètres.

Digitized by Google

Le déplacement du cadre fut effectué à 14 heures, dans la direction d'Arpajon (Sud de Paris).

Les mesures restèrent nettes jusqu'à Sceaux, soit environ 7 km de l'émetteur.

A partir de ce moment, les premiers phénomènes d'interférences rendirent les relèvements difficiles. Néanmoins, aucun affaiblissement ne put être constaté, même à 30 km de l'émetteur où la réception fut effectuée d'une façon suivie.

La même expérience renouvelée à 22 heures révéla par des mesures floues l'apparition d'interférences à partir de 3 km de l'émetteur. Aucune constatation autre que celle de la journée ne put être effectuée.

En ce qui concerne les ondes de 350 mètres, des essais ont été entrepris la nuit comme le jour sur les postes de radiodiffusion anglais (ondes comprises entre 350 et 400 mètres). Ils ont permis de constater la nuit une coïncidence fréquente entre les périodes d'affaiblissement et les interférences rendant les relèvements radiogoniométriques difficiles.

Des observations analogues ont pu être faites la nuit sur les postes côtiers français (onde de 600 mètres).

Le jour, aucun affaiblissement n'a pu être constaté et les mesures de ces postes ont toujours été nettes.

Ces expériences jointes à d'autres dont la presse mondiale nous apporte chaque jour l'écho dirigeront sans doute davantage les physiciens vers l'emploi d'ondes de plus en plus courtes.

Il semble, en effet, que ces ondes en se réfléchissant sur certaines couches de l'atmosphère canalisent plus utilement leur énergie que les ondes longues.

Les ondes très courtes inférieures à 30 mètres sembleraient de plus se propager presque aussi facilement le jour que la nuit.

Les figures 2 à 6 montrent un certain nombre de radiogoniomètres de types différents.

Digitized by Google

INFORMATIONS
DE LA SOCIETE FRANCAISE DES ELECTRICIENS

1° PRINCIPALES DÉCISIONS PRISES EN FÉVRIER PAR LE BUREAU ET PAR LES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES DU LABORATOIRE CENTRAL ET DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

a) ESSAIS CONTROLÉS D'APPAREILS D'APPEL ET DE COMMUNICATION PAR ONDES CANALISÉES DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION. — Dans sa séance du 18 février 1925, le Bureau, ayant pris connaissance des conclusions de la Commission spéciale chargée d'organiser les essais, conclusions d'après lesquelles l'appel a pu seul être assuré, a décidé de procéder à une nouvelle série d'essais portant sur l'établissement des communications et de prier la Commission d'arrêter à cet effet un nouveau programme.

b) Organisation d'une salle à haute tension au Laboratoire central d'Electricité. — Dans sa séance du 18 février 1925, la Commission administrative a, sur un rapport de M. Janet, reconnu la nécessité de réinstaller complètement la salle de haute tension devenue insuffisante et de faire appel, dans ce but, à des concours extérieurs.

c) Organisation d'une section d'éclairage à l'Ecole supérieure d'Electricité. — Dans sa séance du 18 février 1925, la Commission administrative a décidé de créer une section spéciale où seraient enseignées les questions relatives à l'éclairage. La Société du Gaz de Paris, la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité et la Compagnie des Lampes ont bien voulu garantir l'Ecole contre le déficit éventuel qui pourrait résulter de cette organisation.

2° COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION ET DU COMITÉ DE DIRECTION DE LA SOCIÉTÉ POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DU HAUT ENSEIGNEMENT DE L'ÉLECTROTECHNIQUE EN FRANCE

En 1924, sous l'impulsion de M. E. Geoffroy, la Société pour favoriser le développement du haut enseignement de l'électrotechnique en France, a été fondée pour apporter à l'Ecole supérieure

Digitized by Google

d'Electricité l'aide matérielle dont elle avait besoin pour maintenir son enseignement à la hauteur des plus récents progrès de l'électrotechnique.

Le capital, qui atteint 5 000 000 fr, a été entièrement fourni par les industriels.

Son Conseil d'administration et son Comité de direction ont été composés comme il suit :

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

M. GEOFFROY E., délégué de la Société anonyme Geoffroy-Delore.

Vice-Présidents :

MM. DARDEL, délégué de la Société alsacienne de Constructions Mécaniques.
— ESCHWÈGE, délégué de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris.
— IMBS, délégué de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.
— JANET P., directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.
— REY J., délégué des Anciens Etablissements Sautter-Harlé.
— SCHWARBERG, délégué de la Compagnie Electro-Mécanique.

Membres :

MM. BLONDIN, délégué de la Société Revue générale de l'Electricité.
— BOUCHARD, délégué de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen.
— BOUCHEROT, ingénieur-conseil.
— BRYLINSKI, président du Comité électrotechnique français.
— CAHEN, délégué de la Société d'Applications industrielles.
— DROUIN.
— DUVAL C., délégué de la Société générale d'Entreprises.
— DE FAGES DE LATOUR, délégué de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.
— GAUTHIER-LATHUILLE Ch.,
— GIRARDEAU, délégué de la Compagnie génèrale de Télégraphie sans fil.
— GROSSELIN.
— IUNG, délégué de la Société industrielle des Téléphones.

Digitized by Google

— Legouez R., président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.
— Maréchal, délégué de la Compagnie du Gaz de Lyon.
— de la Mathe, délégué des Tréfileries et Laminoirs du Havre.
— Mercier E., délégué de l'Union d'Electricité.
— Meyer F., délégué de la Compagnie continentale Edison.
— Meyer M., délégué de la Société française des Electriciens.
— Michel, délégué de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.
— d'Ocagne, délégué de la Compagnie générale d'Electricité.
— Perrin, délégué de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité.
— Petsche, délégué de la Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage.
— Picou R.-V.
— Roch-Boulvin, délégué des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont.
— Samuel, délégué de la Compagnie des Lampes.
— Schlumberger, délégué des Forces Motrices du Haut-Rhin.
— Sciama, délégué de la Maison Bréguet.
— Ulrich, délégué de la Société d'Electricité de Paris.

COMITÉ DE DIRECTION

MM. Eschwège, délégué de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris.
— Geoffroy E., délégué de la Société anonyme Geoffroy-Delore.
— Imbs, délégué de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.
— Janet P., directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.
— d'Ocagne, délégué de la Compagnie générale d'Electricité.
— Rey J., délégué des Anciens Etablissements Sautter-Harlé.
— Schwarberg, délégué de la Compagnie Electro-Mécanique.
MM. Grosselin, *secrétaire général.*
— Delions, *secrétaire général adjoint.*
— Jouvion, *secrétaire.*

3e EXPOSITION INTERNATIONALE DE GENÈVE EN SEPTEMBRE 1925

Une Exposition internationale de Télégraphie sans fil, Cinématographie, Machines parlantes, Jouets scientifiques, etc., aura lieu à Genève du 9 au 20 septembre 1925.

Digitized by Google

Des facilités et des avantages importants seront accordés tant aux exposants qu'aux visiteurs.

C'est ainsi que les formalités douanières seront réduites au strict minimum, du fait que le local d'exposition sera considéré comme *port franc* durant toute la durée de la manifestation. D'autre part, les chemins de fer fédéraux ont obligeamment admis le *retour gratuit des marchandises* ayant figuré à l'exposition. Une partie du bénéfice éventuel sera rétrocédé aux exposants.

Enfin, des services auxiliaires importants seront organisés par la Direction : bureau de postes et télégraphes ; cabines téléphoniques ; service de banque et de change ; bureau de presse et service bibliographique.

Un bureau de renseignements ainsi qu'un office des logements complèteront ces services auxiliaires.

Digitized by Google

TRAVAUX DES SECTIONS[1]

SOMMAIRE

2e Section. — Fixation du programme de la Semaine de discussions d'octobre 1925, p. 172. — Régime économique des lampes à incandescence, p. 173. — Révision du cahier des charges des lampes à incandescence dans le vide, p. 173.

3e Section. — Un nouveau débouché pour le chlore électrolytique : fabrication de la cellulose, p. 174. — Un nouveau débouché pour la sonde électrolytique, p. 174.

4e et 6e Sections. — Méthodes et appareils de mesure en courant alternatif, p. 174.

5e Section. — Multicommunication par ondes généralisées, p. 180.

2e SECTION. — ECLAIRAGE

Président : M. Lebaupin

Séance du 27 janvier 1925. — *Fixation du programme de la Semaine de discussions d'octobre* 1925. — M. Fabry propose de mettre à l'étude les deux questions suivantes :

1° Rayonnements ultra-violet et infra-rouge des sources lumineuses en général et en particulier des lampes à incandescence, comparés à ceux de la lumière naturelle. Cette question importante n'a jamais été traitée à fond ; les physiologistes s'en sont beaucoup occupés, mais sans s'appuyer sur des bases réellement scientifiques.

2° Diffuseurs et réflecteurs. Il existe dans le commerce un grand nombre de ces appareils, dont certains sont insuffisamment étudiés. Beaucoup d'entre eux produisent une absorption qui constitue un véritable gaspillage. Les ampoules opales, par exemple, absorbent 14 pour 100 environ de la lumière produite.

M. Varangot indique, à ce propos, que la Compagnie des Lampes fabrique des ampoules recouvertes, à l'air comprimé, d'un revêtement à base de kaolin et qui ne donnent qu'une absorption de 8 pour 100. Leur surface présente l'inconvénient d'être moins lisse que celle des ampoules en verre opalin.

Ces deux questions sont retenues pour être portées à la Semaine d'octobre.

---

(1) Tout membre de la Société française des Electriciens peut, en adressant une demande au Délégué général, 14, rue de Staël, être convoqué aux séances des Sections.

Digitized by Google

Régime économique des lampes à incandescence. — M. le Président demande s'il y a lieu de préconiser, pour l'éclairage, la tension de 110 volts ou celle de 220 volts.

M. Varangot estime que c'est un cas d'espèce : par exemple, si le coût des canalisations est prédominant, le choix de la tension de 220 volts peut se justifier.

M. Mariage signale que la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité emploie des lampes de forte intensité sous 220 volts et essaie, d'autre part, sur l'avenue de la Motte-Picquet, l'éclairage par lampes de 750 watts à 60 volts montées en série. Il s'agissait de substituer des lampes à incandescence aux lampes à arc. Les nouvelles lampes, munies de réflecteurs Holophane, sont encadrées par des foyers à gaz, ce qui permet de comparer les deux systèmes. M. Mariage conclut à la supériorité très nette de l'éclairage électrique. Toutefois, l'éclairage à haute tension ne sera pas généralisé, en raison des dangers qu'il présente.

Revision du cahier des charges des lampes à incandescence dans le vide. — M. le Président observe que la durée la plus économique des lampes étant fonction de leur rendement dépend des spécifications des cahiers des charges. Celui qui est en vigueur ne concordant pas avec celui, plus récent, des lampes à milieu gazeux, il en propose la revision.

M. Varangot appuie cette proposition en remarquant que, depuis 1922, époque à laquelle le cahier des charges des lampes dans le vide a été établi, des progrès techniques importants ont été réalisés.

M. Jouaust rappelle que la Sous-Commission de revision de la législation des poids et mesures doit se réunir prochainement. Les fabricants français de lampes à incandescence auraient intérêt à voir sanctionner les qualités de leurs produits. Si le culot des lampes portaient les trois indications : tension, puissance absorbée, pouvoir lumineux en bougies décimales, il ne serait plus possible aux fabricants de lampes tarées en bougies Hefner de profiter de l'ignorance du consommateur.

M. Varangot appuie cette proposition et indique que beaucoup de lampes sont marquées en bougies Hefner, bien que le décret du 26 juillet 1919 ait rendu obligatoire, en France, l'emploi de la bougie décimale. M. Mariage propose d'adopter, pour indiquer le

Digitized by Google

pouvoir lumineux le symbole « b d » déjà en usage parmi les physiciens. La section se rallie à cette proposition.

MM. Mariage et Varangot acceptent de préparer un projet de modifications au cahier des charges en vigueur pour les lampes à filament dans le vide.

3e SECTION. — ÉLECTROCHIMIE, ÉLECTROMÉTALLURGIE

Président : M. CHAUMAT.

SÉANCE DU 24 JANVIER 1925. — En prenant pour la première fois la présidence, M. Chaumat exprime ses très vifs remerciements à son prédécesseur, M. Bunet, qui a su donner aux travaux de la Section une impulsion particulièrement féconde.

Un nouveau débouché pour le chlore électrolytique : fabrication de la cellulose. — M. Matignon, professeur au Collège de France, a visité, à Naples, l'usine de la Société des établissements Pomilio qui produit par jour 6 tonnes de cellulose en consommant 300 kg de chlore par tonne produite. Le chlore agissant sur la cellulose, lessivée au préalable par la soude caustique étendue, détruit les éléments ligneux. La soude étant obtenue comme sous-produit de la fabrication du chlore électrolytique, une même usine fournit ainsi les deux éléments nécessaires au traitement. D'autre part, la soude est employée pour la fabrication de la pâte de bois en autoclave. Les deux procédés peuvent donc être agencés pour utiliser la totalité du chlore et de la soude.

Dans l'usine Pomilio, on a mis au point la fabrication de la cellulose en partant de l'alfa, et on étudie le traitement de la paille et du pin sylvestre.

Un nouveau débouché pour la soude électrolytique. — M. Bunet a vu pendant la guerre employer, en Italie, la soude caustique pour la fabrication d'un succédané de la bouillie bordelaise. Les membres de la Société qui posséderaient des renseignements sur cette fabrication sont priés de les communiquer à M. Chaumat.

4e SECTION. — CANALISATIONS, APPAREILLAGE, TRACTION

Président : M. PARODI.

6e SECTION. — RECHERCHES PHYSIQUES ET INSTRUMENTS DE MESURE.

Président : M. PÉROT.

SÉANCE COMMUNE DU 22 JANVIER 1925. — *Méthodes et appareils de mesure de précision en courant alternatif.* — M. Janvier fait obser-

Digitized by Google

ver que les mesures de précision en courant alternatif deviennent très délicates si on s'écarte des tensions et des courants usuels.

L'étude des transformateurs de mesures notamment conduit, pour le potentiel, à mesurer des puissances de quelques dizaines de watts pour des différences de potentiel de l'ordre de 100 000 volts et, pour le courant, des puissances de l'ordre du microwatt. La question est importante en raison du développement des distributions d'électricité.

M. Janvier expose d'abord une méthode analytique d'essai des transformateurs de tension et montre que cet essai, contrairement à celui qui est pratiqué habituellement, donne en tout point de la courbe de magnétisme un résultat valable. Pour interpréter graphiquement cette méthode, il modifie le diagramme de Mollinger et il établit une série d'abaques, dits monogrammes intégraux, traduisant exactement la loi du transformateur ; il montre qu'on peut ainsi rapporter sur une feuille unique le dossier d'un transformateur ; qu'on peut se rendre compte rapidement et exactement des conditions de son fonctionnement aux diverses tensions ; il indique les limites entre lesquelles le transformateur donne des résultats constants ; enfin, il en déduit une courbe de correction permettant, presque à elle seule, d'apprécier une fabrication. Il examine ensuite les caractères généraux des transformateurs de tension : les caractéristiques relevées directement ont été trouvées en concordance à peu près complète avec les courbes calculées. Il remarque que les transformateurs donnant les résultats les plus constants sont ceux qui présentent les résistances et réactances internes les plus faibles et dont la saturation est le moins poussée. Passant en revue les sources d'erreurs, il montre qu'elles proviennent : 1° du mode de détermination des caractéristiques à vide ; 2° du mode de détermination des caractéristiques de consommation ; 3° de la nature du transformateur ; 4° des causes extérieures, telles que la forme et la fréquence du courant. Il calcule la répercussion que doivent avoir ces diverses causes d'erreur sur la détermination des caractéristiques et il conclut : 1° qu'il est très difficile de déterminer exactement le rapport théorique de transformation ; 2° qu'il y a lieu de tracer avec beaucoup de soin la courbe du courant magnétisant primaire et son écart angulaire avec la tension primaire. La comparaison entre les résultats calculés et les caractéristiques réelles des transformateurs de tension, à tension primaire relativement faible, lui a donné

Digitized by Google

les résultats suivants : les courbes obtenues présentent, pour des valeurs de la tension comprises entre 15 pour 100 et 80 pour 100 de la tension normale, des maxima d'erreurs qui sont à vide de 0,20 pour 100 sur le rapport et de 2 minutes sur l'angle. Pour les caractéristiques en charge avec débit secondaire ohmique donnant au maximum 1 pour 100 de chute de tension ou 60 minutes d'écart angulaire, les erreurs maxima sont de 0,25 pour 100 sur le rapport et de 2 minutes plus ou moins 3 pour 100 sur l'angle. En bien des points, la courbe calculée concorde à 0,1 pour 100 ou à 2 minutes près avec celle effectivement relevée, à condition que le transformateur fonctionne entre des limites convenables de saturation.

Il remarque, en passant, que la réactance totale du transformateur, qui varie peu, dépend toutefois du courant magnétisant. D'après de très nombreux essais, elle devient minimum vers le tiers de la tension primaire de régime.

L'appareillage employé pour la mesure des caractéristiques comprend : un potentiomètre pour déterminer le rapport et l'écart angulaire ; un pont pour la mesure de la puissance primaire absorbée ; un système galvanométrique indicateur de l'équilibre. Pour les besoins des exploitants, cet appareillage doit être précis; il doit permettre d'effectuer les mesures courantes d'exploitation comme les mesures de haute précision ; il doit, enfin, être transportable et peu encombrant.

Le système galvanométrique comprend un redresseur à vibreur et un galvanomètre à courant continu très sensible. Pour faire varier la polarité, on alimente la bobine excitatrice du vibreur par un courant de phase variable que fournit un transformateur de phase monophasé ou polyphasé. Le vibro-redresseur n'absorbe qu'une puissance de 35 v-A, pour le type de 100 v et de 8 à 100 v-A pour le type polyphasé employé aux recherches.

Le jeu entre les contacts fixes du contact commutant est très faible, de sorte que le redressement est aussi complet que dans les redresseurs portatifs. Si le courant envoyé dans l'appareil est purement sinusoïdal, la déviation du galvanomètre suit une loi sinusoïdale quand on fait varier la phase du courant d'excitation dans le vibro-redresseur. Si le courant contient, au contraire, un harmonique d'ordre n, cet harmonique est détecté à $1/n$ de sa grandeur. Pour analyser qualitativement tout au moins les

Digitized by Google

harmoniques sur la courbe du courant redressé, il suffit donc de multiplier chaque harmonique relevé par le nombre représentant son ordre.

Pour obtenir une courbe très approchée de la courbe exacte, il suffit donc d'amplifier les harmoniques proportionnellement à leur ordre en employant une bobine d'inductance mutuelle à fer peu saturé ; ou encore opposer l'onde fondamentale à la grandeur étudiée et faire ainsi ressortir les harmoniques. On peut aussi réduire beaucoup l'amplitude de l'onde fondamentale de manière à ne laisser guère subsister que les harmoniques dont la différenciation devient dès lors beaucoup plus facile.

Dans les essais sur les transformateurs de potentiel, les harmoniques du primaire sont reproduits au secondaire avec une différence de phase de 180° et si, dans ces conditions, on emploie une opposition potentiométrique, la mesure obtenue est très précise, même si les courbes ne sont pas parfaitement sinusoïdales. Tous les redresseurs donnent alors d'excellents résultats. Si on oppose, au contraire, une différence de potentiel auxiliaire qui n'a pas la même forme que la courbe mesurée ; si, par exemple, on mesure le courant dans un condensateur présentant des harmoniques importants, les deux grandeurs opposées sont hétérogènes. On emploie alors le galvanomètre à vibration, l'électro-dynamomètre ou les redresseurs (redresseur à lampes et vibro-redresseur), qui ne peuvent donner le même résultat.

En effet, le galvanomètre à vibration ne détecte que l'onde pour laquelle il est réglé, soit en général la fondamentale ; autrement dit, il indique l'égalité de deux ondes fondamentales, quelle que soit, du moins dans les limites normales, l'amplitude de leurs harmoniques. Or, si les amplitudes sont très différentes dans les deux courbes, il n'y aura aucune proportionnalité entre les valeurs efficaces des grandeurs comparées. L'électrodynamomètre détecte l'onde fondamentale et les harmoniques correspondant à ceux du courant d'excitation des bobines fixes. Comme, le plus souvent, on prend deux phases d'excitation différente pour en constater l'équilibre et que l'une d'elles provient d'un circuit contenant un condensateur, il existe une dyssymétrie de polarisation entre les deux détections. Le redresseur intégral, à lampes, à soupape chimique ou ionique, détecte la valeur moyenne exacte de l'onde résultante. Le redresseur mécanique détectant les harmoniques avec une amplitude réduite proportionnellement à leur

Digitized by Google

ordre, est intermédiaire entre le redresseur intégral et le galvanomètre à vibration.

M. Janvier fait remarquer, en outre, que, si deux ondes fondamentales sont parfaitement opposées et qu'il y ait un résidu d'harmoniques, celui-ci aura une forme périodique symétrique des deux côtés de l'axe des temps. Dans ce cas, le système vibrogalvanométrique détectera, tandis que sa polarisation variera, des déviations maxima d'égale valeur de chaque côté du zéro. On peut donc ainsi obtenir les mêmes résultats qu'avec le galvanomètre à vibration tout en constatant exactement l'importance des différences entre les deux courbes.

Les potentiomètres, à condition d'être rationnellement construits, sont les appareils les plus précis pour la comparaison des grandeurs primaires et secondaires. Etant donné qu'il ne s'agit que de rapports, il est seulement nécessaire, pour obtenir des résultats exacts, de conserver une proportion très constante entre les éléments d'une même série de résistances. Il suffit pour cela de constituer tous les éléments en un même métal à très faible coefficient de température. Pour éviter les erreurs dues aux couples thermoélectriques, les portions de résistance insérées dans le circuit galvanométrique sont constituées par un métal de couple thermoélectrique très faible.

M. Janvier expose la méthode qu'il emploie lorsque les tensions à comparer ne sont pas en phase. Elle consiste à utiliser une différence de potentiel dont le vecteur ferme le triangle des deux vecteurs de tensions. Il montre que cette méthode conduit à des erreurs maxima de 0,01 pour 100. Il indique les moyens de contrôler, d'une part, l'angle d'erreur interne du potentiomètre ; d'autre part, l'angle d'erreur effectif d'un type donné de résistance ; il indique aussi la manière dont il a constitué des résistances étalons à basse tension, de self-inductance et de capacité négligeables même aux fréquences élevées. Il décrit les précautions prises pour placer les résistances à haute tension dans des conditions toujours identiques et la méthode qu'il a employée pour évaluer l'influence de l'effet de couronne sur les résistances à haute tension. Il donne des renseignements sur les transformateurs étalons, qui doivent être construits de manière à permettre l'emploi de la méthode indirecte adoptée et aussi pour assurer la constance de leurs caractéristiques. Il faut éviter d'y faire trop d'économie de matière. L'auteur conseille l'emploi, pour les très

Digitized by Google

hautes tensions, d'un transformateur « grand étalon » servant à déterminer, par comparaison, les caractéristiques des transformateurs de tensions moindres.

Il expose ensuite la méthode qu'il emploie pour tenir compte de la capacité des isolateurs de passage par des mesures de consommation effectuées au primaire. Il donne un sommaire des essais et des calculs à effectuer pour la conduite rapide des essais. Il évalue enfin dans un cas concret l'erreur maximum qui peut être commise en admettant des erreurs partielles égales à 3 à 7 fois celles que l'on commet réellement. Il arrive ainsi, pour le rapport de transformation, à 0,23 pour 100 et pour l'écart angulaire à 3,3 minutes. Il en conclut que sa méthode permet d'obtenir, avec un transformateur de potentiel soigneusement construit, une précision supérieure à celle obtenue jusqu'ici dans les mesures en très haute tension.

Passant ensuite à l'étude des transformateurs de courant, il établit les équations de leurs caractéristiques. Il note que, dans ce cas, la réactance de fuite, au lieu d'être sensiblement constante comme dans les transformateurs de tension, varie dans la région de faible induction où la courbe de magnétisme est fortement incurvée ; il est donc nécessaire de faire une série d'essais permettant de tracer la courbe de cette variation. D'autre part, en raison de la faible tension d'alimentation (30 v au maximum en général), le potentiomètre permet ici une plus grande précision et les valeurs trouvées pour la réactance sont plus proches de la réalité que dans l'essai des transformateurs de tension.

Il ajoute que, quand la chose est possible, il est bon de compléter la série des mesures par un essai sur circuit réel, non inductif, essai qui sert de vérification et qui permet éventuellement une correction des résultats obtenus par la méthode analytique. Il remarque que, étant donné la complication des calculs intermédiaires, il n'est guère possible d'établir, pour les transformateurs de courant, le calcul des erreurs tel qu'il a été fait pour les transformateurs de tension. Il indique un moyen de corriger les résultats par un essai sur charge réelle non inductive et il présente, comme il l'a fait pour les transformateurs de tension, le sommaire des essais et des calculs à effectuer. Il souligne l'intérêt que présente sa méthode quand on l'applique à l'essai de transformateurs prévus pour 10 000 à 50 000 ampères. Un essai direct avec shunt de 0,1 v, que permettrait l'emploi des vibro-redresseurs,

Digitized by Google

ne donnerait pas une précision plus grande en raison des influences magnétiques produites par les courants intenses et de la répartition inégale de ceux-ci dans le shunt. Le prix de revient du shunt serait d'ailleurs hors de proportion avec le but poursuivi, car le nombre de transformateurs de ce genre est très réduit.

Il remarque que, pour ces essais, les potentiomètres ne subissent pas les mêmes effets perturbateurs que pour les essais de transformateurs de potentiel. Les shunts, constitués par des circuits symétriques à constante de temps négligeable, ne présentent aucun déphasage. Les erreurs dues aux champs parasites atteignent au plus 2 minutes.

Comme pour les transformateurs de tension, l'auteur a établi une interprétation graphique des caractéristiques et un nomogramme qui permet de se rendre mieux compte de la variation des divers éléments et de calculer les caractéristiques, quelle que soit la charge, rapidement et avec une seule figure.

En terminant, l'auteur expose comment il a appliqué sa méthode à l'étude des isolants industriels, câbles et isolateurs, jusqu'à près de 200 000 volts. Il fait remarquer que, si le courant présente des harmoniques, même importants, l'équilibre obtenu est néanmoins excellent. Il a obtenu une précision aussi grande qu'avec tous les autres systèmes, tels que résistances à gros débit, résistances liquides, wattmètres, etc., avec une marge d'emploi très grande.

5e SECTION. — TELEGRAPHIE, TELEPHONIE, TRANSMISSIONS PAR ONDES

Président : M. Bethenod.

Séance du 23 janvier 1925. — *Multicommunication généralisée par très courtes ondes électriques.* — M. Turpain, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers, rappelle d'abord les systèmes de télégraphie multiple et de télégraphie multiplex qui ont été proposés depuis 1860 pour assurer la multicommunication. Lui-même a, dès 1898, utilisé le résonateur à coupure pour entretenir en multicommunication, au moyen de cinq appareils, trois postes échelonnés sur une ligne de 170 m. Il projette le schéma d'un dispositif récepteur qu'il a publié en 1902 et dont se rapprochent certains filtres préconisés récemment par Campbell. Il projette aussi des dessins montrant le dispositif qu'il a réalisé avec des générateurs et récepteurs à triodes, ainsi que le

Digitized by Google

schéma d'une distribution des dispositifs en question le long des circuits télégraphiques ou téléphoniques ou d'une distribution d'énergie.

Il montre en terminant qu'on augmenterait beaucoup la simplicité du système et la sûreté de son réglage en lui réservant une ligne spéciale.

Au cours de la discussion qui suivit, M. Turpain précisa que, dans ses expériences, il n'avait pas encore dépassé une portée de 500 m avec les ondes dont il disposait. Les difficultés d'utilisation des lignes souterraines, d'exécution des branchements d'abonnés et autres qui lui ont été signalées, lui paraissent devoir être surmontées sans trop de difficultés. Son système aurait l'avantage de permettre la suppression des fils très nombreux des réseaux téléphoniques existants.

Digitized by Google

ECHOS DES SOCIETES ETRANGERES

SOMMAIRE

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal de janvier 1925 :

1° *Informations.* — *a*) Attribution de la médaille Edison en 1924 ; *b*) L'American Institute et son œuvre, p. 182.

2° *Sommaires des principales communications.* — *a*) Le câble sous-marin de New-York aux Açores ; *b*) Propriétés diélectriques des isolants fibreux ; *c*) Mise à la terre des circuits d'éclairage ; *d*) Caractéristique d'excitation des moteurs synchrones ; *e*) L'effet de couronne à courant continu dans divers gaz ; *f*) Représentation artificielle d'un réseau de distribution ; *g*) Pertes dans les moteurs d'induction à cage d'écureuil ; *h*) Force électromotrice sans contacts glissants, p. 184.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal de janvier 1925 :

1° *Informations.* — Groupe du Nord-Est. Adresse présidentielle, p. 188.

2° *Sommaires des principales communications.* — *a*) Analyseur harmonique ; *b*) Effet de l'oxydation sur la résistance en haute fréquence des fils aériens, p. 189.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA. — Elettrotecnica de janvier 1925 :

1° *Réunions de l'Associazione.* — *a*) Communication au groupe de Bari sur l'épuration des huiles ; *b*) Communication au groupe de Catane sur la correction du facteur de puissance, p. 190.

2° *Sommaires des principales communications.* — *a*) Signaux lumineux pour la navigation aérienne nocturne ; *b*) Tubes à décharge employés comme sources de lumière ; *c*) Calcul des longues lignes à courant alternatif ; *d*) Nouveau transformateur à rapport et à phase variables ; *e*) Nouveau type de câbles pour très haute tension ; *f*) La photométrie moderne ; *g*) Emploi des câbles pour les transports d'énergie électrique à très haute tension ; *h*) Redresseurs pour applications radiologiques, par Rebora ; *i*) Continuité et régularité du service dans les grands réseaux électriques, p. 191.

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS. — Bulletin de janvier 1925 :

Compte rendu de l'Assemblée de discussions de 1924, p. 194.

SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS. — Bulletin de janvier 1925 :

Les huiles pour transformateurs et interrupteurs, p. 195.

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS
(Journal de janvier 1925)

1° INFORMATIONS. — *Attribution de la médaille Edison en* 1924. — La médaille a été attribuée, en 1924, à M. John White Howel, qui a collaboré pendant quarante-trois ans à la fabrication des lampes à incandescence à laquelle Edison l'avait personnellement initié à Menlo Park, en 1881.

L'un des 40 brevets pris par M. Howel a permis de réduire de 350 à 12 le nombre des opérateurs entre les mains desquels le filament avait à passer.

Digitized by Google

b) L'American Institute et son œuvre, par Morrow, président du Comité de rédaction. — L'auteur se demande quelles sont les causes qui ont fait passer le nombre des membres de l'Institute de 1 200 en 1901 à plus de 16 000 en 1924. Il les trouve tout d'abord dans le fait que l'Institute est un des organismes appelé, par les nécessités de la civilisation moderne, à grouper et à ordonner les efforts individuels. Cette coordination accélère la marche du progrès qui s'appuie sur toutes les connaissances acquises dans le passé. Or l'Institute dispose à cet égard d'une masse imposante de documents; il possède une vertu éducative qui assure le développement individuel de ses membres et multiplie leur puissance de réalisation; il leur donne des règles de progrès moral ; ses statuts lui confèrent enfin le droit d'intervenir utilement dans la conduite des affaires publiques. Les ingénieurs électriciens adhèrent à l'Institute parce que celui-ci leur fournit le moyen de rendre à la communauté des services efficaces et l'occasion de parler de leurs travaux et de connaître ceux de leurs collègues : aux termes de la constitution qu'il a reçue de ses fondateurs, l'objet de l'Institute est en effet d'assurer le progrès de la théorie et de la pratique dans l'art de l'ingénieur électricien en même temps que de maintenir une haute valeur professionnelle parmi ses membres. Ce programme a été fidèlement suivi par les dirigeants qui se sont succédé à la tête de l'Institute et qui ont su impitoyablement écarter toute influence commerciale ou simplement égoïste.

Actuellement, l'organisation de l'Institute comprend : un Président, dix vice-présidents, représentant chacun un des groupes régionaux ; douze Directeurs, un Secrétaire, un Trésorier, dix groupes régionaux, quarante-sept Sections, trente-et-un Comités, quatre-vingt-cinq représentants dans quatorze Comités nationaux et internationaux, dix Secrétaires honoraires dans les pays étrangers. Les pouvoirs exécutifs sont confiés au bureau du Comité de Direction composé du Président, des deux derniers anciens Présidents, des Vice-Présidents, des Directeurs et du Trésorier.

Cette organisation confère à l'Institute un caractère de décentralisation remarquable.

En 1924, douze cents articles ont été envoyés à l'Institute ; les plus importants ont été retenus pour être publiés dans les Transactions ; un plus grand nombre ont été imprimés dans le Journal et ont pu, ainsi, atteindre rapidement les ingénieurs électriciens de toutes les parties du monde.

Digitized by Google

La lecture et la discussion des communications présentées, les rencontres entre collègues sont de précieux éléments pour l'instruction professionnelle des ingénieurs. C'est le seul centre de discussions où ils puissent se faire entendre librement sans être gênés par des considérations étrangères, commerciales ou autres. A côté des commissions qui élaborent les règlements, seize Comités travaillent continuellement pour résoudre les divers problèmes techniques, rédigent des rapports, jugent en dernier ressort les questions controversées et coordonnent les travaux professionnels.

Aussi l'Institute est-il reconnu comme le porte-parole de la profession dans le National Research Council, dans l'American Engineering Council, dans l'International electrotechnical Commission, etc...

L'Institute confère des distinctions et des primes pour stimuler les progrès accomplis dans l'art de l'Ingénieur.

Dans l'Editorial du même numéro de janvier, le Président, M. Forleig Osgood, se félicite en outre des réunions communes tenues, de plus en plus fréquemment, avec les autres Sociétés d'Ingénieurs.

II. Sommaires des principales communications. — a) *Le câble sous-marin de New-York aux Açores.* — Editorial, 430 mots. — Le 21 septembre 1924, la Western Union Telegraph Company a mis en exploitation ce câble, formant le premier tronçon de la liaison New-York-Italie et qui est le premier câble sous-marin chargé inductivement, non avec des bobines Pupin, mais avec un ruban de permalloy (alliage nickel-fer) de 0,15 mm d'épaisseur enroulé autour du conducteur de cuivre. Il a permis de transmettre des signaux visibles à raison de plus de 1 900 par minute, soit à une vitesse supérieure de plus de six fois à celle atteinte dans les câbles non chargés. Des récepteurs spéciaux comportant des amplificateurs à vide ont dû être spécialement adaptés à l'exploitation de ce câble.

b) *Propriétés diélectriques des isolants fibreux*, par Clark, 3 800 mots, 20 courbes. — On admet généralement que, si on applique à un isolant fibreux une contrainte même inférieure à la valeur critique qui détermine sa rupture, sa rigidité diélectrique s'abaisse mais se rétablit spontanément après un certain temps de repos. L'auteur a, pour le vérifier, entrepris une série d'essais à la température ambiante et à la fréquence de 60 p:s.

Digitized by Google

Il montre que la tension de rupture diélectrique est en général abaissée par l'application antérieure d'une contrainte diélectrique. Mais si, avant d'appliquer de nouveau la tension, on laisse à l'isolant un temps suffisant pour sa récupération, et si la durée de la nouvelle application est très courte, la rigidité reprend sensiblement la valeur primitive.

Si on prend, comme valeur de la tension intermittente préalablement appliquée, celle qui détermine la rupture au bout de 15 minutes, chacune de ses applications fait baisser la rigidité à peu près d'une même quantité.

L'application, au papier imprégné d'huile, d'une tension assez basse pour qu'il puisse la tenir indéfiniment, abaisse néanmoins sa rigidité ; il est d'ailleurs possible que ce résultat soit attribuable, au moins pour partie, à l'action prolongée de l'huile sur le papier.

L'application répétée de la tension aux isolants vernis relève leur rigidité diélectrique, sans doute par dessication. De même, si on soumet un certain nombre de fois du mica ou des isolants fibreux à la tension en les chauffant dans l'huile après chaque essai, on augmente, en apparence tout au moins, leur durée d'existence.

L'application aux isolants fibreux imprégnés d'huile de tensions trop basses pour jamais déterminer leur rupture, n'amène pas de changement permanent de leur facteur de puissance. Des applications brèves et répétées de la tension amenant la rupture en 15 minutes donnent des résultats très irréguliers, mais qui se traduisent en général par une augmentation du facteur de puissance jusqu'à la rupture.

c) *Mise à la terre des circuits d'éclairage.* — Le Dr Lloyd, chef de la Section de sécurité du Bureau des Standards, a fait remarquer, dans une communication présentée à l'Association internationale des Electriciens municipaux, que la mise à la terre des circuits d'éclairage réduit le danger d'incendie et d'accidents en cas de coup de foudre ou de contact avec une ligne à haute tension. Il conseille d'éviter la prise de terre sur la canalisation de gaz dont ni les joints ni le contenu ne sont conducteurs. En l'absence d'une canalisation d'eau, il convient de recourir aux terres artificielles et de procéder à des vérifications périodiques. Enfin, il est bon de pratiquer la mise à la terre à la fois au transformateur et à l'entrée de la canalisation dans le bâtiment.

Digitized by Google

d) *Caractéristiques d'excitation des moteurs synchrones,* par Douglas, Engeset et Jones, 2 600 mots, 4 figures, 8 courbes. — Celles de ces caractéristiques qui ont été publiées jusqu'à présent sont incomplètes. Quand elles sont établies théoriquement, leur exactitude paraît douteuse ; quand elles le sont expérimentalement, la branche correspondant à la partie instable manque. L'auteur donne des caractéristiques expérimentales complètes, différant de celles qui ont été publiées. Il attribue ces différences à l'impédance synchrone. Des résultats expérimentaux montrent les facteurs dont dépend cette impédance synchrone.

e) *Effet de couronne à courant continu dans divers gaz,* par Lee et Kurrelmeyer, 4 600 mots, 2 figures, 11 courbes. — Les auteurs commencent par rappeler les travaux antérieurs, montrant que la tension qui détermine l'effet de couronne dépend de la pression atmosphérique, mais non du degré hygrométrique. Ils décrivent ensuite les appareils qu'ils ont employés ; ils indiquent l'ordre de précision atteint dans les mesures, le métal choisi pour le fil en expérience (acier et acier doré), la méthode de préparation et de purification des gaz essayés, etc. Ils donnent ensuite les résultats obtenus. L'apparition de l'effet visible de couronne a coïncidé, dans toutes les conditions de température et de pression, avec la déviation du galvanomètre monté pour le déceler.

La relation entre la pression du gaz et la tension à laquelle se produit l'effet de couronne a pu être représentée approximativement par la formule $\frac{E}{P} = A + \frac{B}{\sqrt{P}}$ aux pressions supérieures à celle correspondant à 10 mm de mercure, E étant la tension correspondant à l'effet de couronne, P la pression du gaz, A et B des constantes ; mais aucune relation simple s'appliquant à toute l'échelle des pressions n'a été trouvée.

L'effet de couronne ne paraît pas pouvoir être expliqué simplement comme un phénomène d'ionisation par collision, à moins d'admettre des hypothèses supplémentaires. Une source extérieure d'émissions ultra-violettes est sans effet sur le phénomène de couronne.

f) *Représentation artificielle d'un réseau de distribution,* par Spencer et Hazen, 5 000 mots, 2 figures, 5 schémas, 5 courbes.

L'article expose la réalisation d'un réseau en miniature, avec générateurs de 100 watts au maximum, obtenue, sous la direc-

Digitized by Google

tion du Dr Bush, au laboratoire de recherches de l'Institut de Technologie du Massachusetts.

Après avoir rappelé les réalisations antérieures, notamment celle de Schurig, ingénieur de la General Electric Co, qui utilisait une puissance de 3,75 kw en courants triphasés à 110 volts, celle d'Evans et Bergvall, de la Compagnie Westinghouse, qui employait 500 kv-A, il décrit sa propre installation, qui permet de réduire les dimensions des appareils, tout en augmentant la précision des résultats. Tout appareil rotatif est éliminé. Les alternateurs sont représentés par des transformateurs à déplacement de phase, les transformateurs par leurs circuits équivalents et les lignes par des constantes réglables. Les auteurs décrivent les appareils et donnent les résultats qu'ils ont obtenus dans la solution de divers problèmes. Un de ces problèmes est traité par le calcul et les deux solutions concordent à moins de un pour cent près.

g) *Pertes dans les moteurs d'induction à cage d'écureuil,* par *Spooner,* 2800 mots, 1 figure, 10 diagrammes et courbes. — L'auteur expose une méthode de séparation des diverses pertes à vide d'un tel moteur. Il montre que, pour le rotor, les pertes consistent surtout en pertes à la fréquence fondamentale du stator, en pertes à la surface du rotor et en pertes par courants de Foucault dans les barres du rotor. Ces dernières sont dues aux flux de fuite radial et tangentiel déterminé, dans les rainures du rotor, par les pulsations de réluctance dans l'entrefer entre les dents du stator et celles du rotor.

h) *Force électromotrice constante sans contacts glissants,* par Carl Hering, 530 mots. — M. Carl Hering, poursuivant ses opérations orthopédiques sur l'enseignement de l'électromagnétisme, rappelle le théorème de Poincaré d'après lequel il n'est pas possible de développer, par déplacement, une force électromotrice sans employer des contacts glissants sur des cercles de diamètre appréciable. Il oppose à ce théorème les deux expériences suivantes qui doivent lui faire refuser le caractère de loi générale.

Un pôle magnétique isolé doit, suivant les lois classiques, décrire un cercle autour d'un conducteur rectiligne parcouru par un courant ; si donc une action extérieure le force à parcourir ce cercle en sens inverse, il engendrera, en vertu de la loi de Lenz, une force électromotrice constante dans le conducteur. Faraday avait placé le pôle d'un aimant droit dans un cylindre et avait établi une liai-

Digitized by Google

son flexible entre ce pôle et le centre du fond. Il avait ensuite versé du mercure dans le récipient de façon à faire prendre une position oblique à l'aimant, dont l'autre pôle était en dehors du mercure.

Un fil vertical amenait au centre de la surface supérieure du mercure un courant qui sortait par le fond. Faraday a constaté que le pôle libre décrivait alors un cercle autour du fil vertical d'amenée. Mais il ne semble pas avoir aperçu la possibilité de développer une force électromotrice par un mouvement inverse imposé au pôle libre. Or, l'aimant pouvant être parfaitement isolé, il n'y a pas de contact mobile dans le circuit.

Dans la seconde expérience, un lot d'aimants, plus courts que le rayon interne d'un cylindre vertical, sont suspendus suivant la direction des rayons d'un cercle horizontal ayant son centre sur l'axe du cylindre, en sorte qu'ils peuvent se mouvoir simultanément dans leur plan comme les rais d'une roue tournant autour dudit axe. Si on remplit le cylindre d'un liquide conducteur, électrolyte ou mercure, dans lequel on fait passer un courant verticalement, les aimants, d'après Worthrop, prennent bien le mouvement qui vient d'être indiqué.

Carl Hering ajoute que, mus en sens inverse, ils développeront une force électromotrice. Comme précédemment, s'ils sont isolés, il n'y aura pas de contact glissant. Incidemment, si le circuit extérieur au récipient était entièrement constitué par l'électrolyte, on aurait là, tout au moins sur le papier, un procédé pour engendrer, sans électrode, un courant continu dans un électrolyte. Pourquoi, conclut Carl Hering, ne pas retoucher les lois classiques qui induisent l'étudiant en erreur et lui ouvrir, au contraire, de nouveaux champs d'application ?

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal de janvier 1925)

1° INFORMATIONS. — *Groupe du Nord Est Newcastle.* — Adresse présidentielle.

Le Président a exprimé l'opinion suivante que nous avons, croyons-nous, intérêt à connaître en France, à toutes fins utiles :

« Il semble que le moment soit venu de supprimer la prohibition interdisant aux citoyens de nations ex-ennemies de faire partie de notre Institution. On ne peut frapper d'ostracisme une

Digitized by Google

nation entière et, quelque fortement convaincu que l'on puisse être que certains Allemands, Autrichiens, Bulgares ou Turcs, sont responsables des souffrances et des pertes engendrées par la guerre, il ne serait pas *anglais* de pénaliser à jamais tous les citoyens appartenant à ces nations. »

2° SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — a) *Analyseur harmonique*, par Cockcroft, Coe, Tyacke et Miles Walker, 26 800 mots, 27 figures.

Les auteurs passent d'abord brièvement en revue les méthodes existantes dont ils discutent les limites d'application. Ils décrivent ensuite une modification de la méthode électrodynamométrique basée sur l'emploi d'un circuit oscillant qui donne une onde sinusoïdale de courant à une fréquence convenable. Ce courant traverse une bobine de l'électrodynamomètre et l'onde à analyser traverse l'autre. Les valeurs des coefficients de la série de Fourier représentant l'onde à analyser sont déduites des indications du dynamomètre et d'un ampèremètre. On arrive ainsi à une exactitude beaucoup plus grande. La méthode finalement présentée permet d'analyser les courbes jusqu'au 23e harmonique avec une exactitude de 0,1 pour 100 de l'amplitude fondamentale. Cette méthode comporte l'emploi d'un commutateur mû synchroniquement.

Les développements mathématiques sont reportés en appendices.

N. D. L. R. — *Nous rappellerons que cet article, obligeamment adressé, avant sa publication, au Président de notre 6e Section, a été résumé devant elle par M. de la Gorce dans la réunion du 22 novembre 1924. De l'échange de vues qui a suivi cet exposé, il est résulté que si, dans leur ensemble, les solutions proposées paraissaient trop complexes pour être admises comme définitives, certaines des suggestions proposées devaient être retenues. Il a semblé que la mesure à l'électrodynamomètre permet, plus facilement que l'emploi de la résonance, de déceler les faibles différences de potentiel, et qu'elle se prête mieux, par suite, à l'analyse des courbes de courants. Le Laboratoire central d'Electricité poursuit d'ailleurs la mise au point de la même méthode avec des moyens de réalisation différents et les résultats obtenus seront communiqués à l'Institution of electrical Engineers.*

b) *Effet de l'oxydation sur la résistance en haute tension des*

Digitized by Google

fils aériens. Mesure de la résistance des fils de grand diamètre, par Turner, 2 000 mots, 4 schémas, 1 courbe, 5 tableaux.

L'auteur a reconnu que les conditions atmosphériques ne produisent pas d'effet sensible. Il compare la valeur de diverses méthodes de mesure de résistance en haute fréquence pour les conducteurs de fort diamètre.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

(« Elettrotecnica », n° de janvier 1925)

1° Réunions de l'Associazione (5 janvier 1925).

a) *Communication du 22 novembre 1924 au groupe de Bari sur l'épuration des huiles.* — M. Castellano rappelle la diminution très rapide de la rigidité diélectrique des huiles avec leur teneur en humidité et il décrit en détail les dispositifs d'épuration par l'application de la force centrifuge, système qu'il préconise.

b) *Communication du 9 juin 1924 au groupe de Catane sur la correction du facteur de puissance.* — M. Russo souligne l'intérêt croissant de la question qui n'a trouvé de solution ni dans l'emploi des compteurs ordinaires ni même dans l'application du tarif d'Arno.

Traitant ensuite le problème théoriquement, il démontre qu'on peut obtenir une importante énergie réactive en avance de phase en fournissant aux rotors des moteurs une énergie réactive relativement faible. Il montre que les condensateurs statiques procurent la correction cherchée, qu'ils soient montés en série ou en dérivation. Ils ne sont d'ailleurs pratiquement employés que dans les installations de faible puissance et sur le primaire.

Les moteurs synchrones, au contraire, s'appliquent aux installations de grande puissance. Il paraît plus économique de les employer pour fournir à la fois de l'énergie mécanique et de l'énergie réactive.

La plupart des constructeurs établissent des moteurs autosynchrones qui peuvent, dès la vitesse de synchronisme atteinte, être synchronisés en alimentant l'inducteur par une excitatrice montée sur l'axe du moteur. Le conférencier montre en terminant comment le professeur Sartori, en cherchant à synchroniser un moteur asynchrone quelconque, a conçu son moteur autosynchrone compensé fonctionnant avec un facteur de puissance unité et a réussi à grouper dans une machine unique un moteur synchrone et une excitatrice à courant continu.

Digitized by Google

2° SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — a) *Signaux lumineux pour la navigation aérienne nocturne,* par Luria (5 janvier 1925), 9 700 mots, 28 figures. — L'auteur, après avoir indiqué les desiderata à remplir, décrit successivement les fanaux à lumière fixe ou intermittente, les bouées et pontons lumineux, les aérophares à lampes et autres signaux acoustiques pour temps de brume, les signaux envoyés des aéronefs.

b) *Tubes à décharge employés comme sources de lumière,* par le Dr Fauconnier, 3 800 mots, 5 figures.

L'auteur rappelle les phénomènes qui prennent naissance dans un tube à gaz raréfié, puis il décrit la lampe-veilleuse au néon, indique les considérations qui ont conduit au choix du gaz et à celui du tungstène pour le métal des électrodes. Il donne ensuite des renseignements sur la lampe à arc de tungstène qui fournit une source de surface réduite et dont la brillance atteint 13 à 18 bougies par millimètre carré.

c) *Calcul des longues lignes à courant alternatif,* par Gras, 1 400 mots. — L'auteur cherche à réhabiliter l'emploi de la méthode de calcul symbolique en montrant qu'elle ne conduit pas à des opérations plus longues que les autres et qu'elle permet seule de résoudre les problèmes complexes que pose la pratique.

d) *Nouveau transformateur à rapport et à phase variables,* par Grassini, 2 200 mots, 10 figures.

L'auteur décrit un nouveau modèle de régulateur d'induction formé d'un moteur asynchrone à deux stators coaxiaux manœuvrés par deux vis sans fin et constituant le primaire. Le rotor unique constituant le secondaire est influencé par le flux de chacun des stators. Cet appareil permet, comme tout régulateur à induction, le réglage continu de la tension à partir de zéro, ce qui dispense de tout dispositif d'absorption. La tension secondaire peut être limitée à quelques volts, avec un courant important. Une des principales applications de cet appareil est l'étalonnement des compteurs.

e) *Nouveau type de câble pour très haute tension,* par Emanueli, 2 000 mots, 3 figures, 3 courbes.

L'auteur présente un nouveau type de câble à un conducteur sous plomb, dont une longueur d'essai de 600 m (1 800 m de câble simple) fonctionnait à l'époque et depuis le 6 octobre 1924 en parallèle avec une ligne aérienne à 135 000 volts de la Société

Digitized by Google

interrégionale. Le câble lui-même ,dont un premier échantillon circulait à la Conférence des grands réseaux de 1925, présente deux caractéristiques principales : 1° son mode d'imprégnation; 2° la qualité graduée des rubans de papier.

1° Imprégnation. — Les fils formant le conducteur de cuivre sont enroulés autour d'une spirale d'acier formant ressort. Au lieu d'être imprégné comme d'ordinaire, avant la mise sous plomb, le conducteur revêtu de papier sec passe d'abord à la presse à plomb : un courant d'air chaud, envoyé dans le conducteur tubulaire, dessèche ensuite le papier ; on fait le vide et on envoie enfin dans le conducteur l'huile d'imprégnation. L'imprégnation est répétée après la pose du câble dont les deux extrémités restent reliées à des réservoirs pleins d'huile communiquant eux-mêmes avec l'air extérieur par l'intermédiaire de chambres hygrométriques.

2° Gradation dans l'épaisseur de l'isolant de la qualité du papier. M. Emanueli a reconnu que la rigidité électrique du papier imprégné croît quand diminue sa porosité, mesurée par la quantité de gaz qui le traverse dans des conditions données d'expérience. On pourrait donc chercher à obtenir des rigidités élevées par l'emploi de papiers peu poreux ; mais l'imprégnation deviendrait laborieuse.

M. Emanueli place le papier le moins poreux au contact du conducteur là où le gradient de potentiel est maximum et des papiers à porosité croissante vers le plomb.

Dans le câble en expérience, la rigidité du papier imprégné passe ainsi de 50 000 volts au contact du conducteur à 30 000 volts dans les couches extérieures.

Les boîtes terminales du câble qui en constituent la partie la plus délicate ont été conçues pour réduire au minimum les efforts de contrainte parallèles à la surface des couches d'isolant ; elles sont d'ailleurs toujours remplies d'huile sous pression, comme il a été dit. Quant aux boîtes de jonction, elles sont du type à isolant reconstitué autour d'un serre-fil tubulaire en cuivre.

f) *La photométrie moderne ; ses problèmes et ses tendances,* par le professeur Bordoni, (1re partie), 8 900 mots, 2 tableaux, 8 figures.

Dans ce rapport qu'il a présenté en septembre 1924, au Congrès de la Spezzia, l'auteur cherche d'abord à définir la nature des grandeurs photométriques, faisant remarquer, entre autres, que la

Digitized by Google

notion de sensation lumineuse dépend, non de la quantité d'énergie radiante qui pénètre dans l'œil, mais bien de son rapport au temps pendant lequel elle pénètre, ce qui conduit à envisager une « puissance » radiante, au sens mécanique du terme. Traitant ensuite de la photométrie hétérochrome, il conclut à la vanité de la recherche d'un photomètre donnant des résultats indépendants des couleurs et il propose de substituer en ce cas à la notion d'égalité celle d'équivalence. Passant à la question des étalons photométriques, il insiste sur les avantages de l'unité d'éclairement par rapport à l'unité d'intensité, rappelle les unités d'intensité existantes et les étalons qui les représentent; expose les recherches récentes tendant à créer un étalon primaire de source lumineuse et les principes des divers photomètres en usage.

g) *Emploi des câbles pour les transmissions d'énergie électrique à très haute tension,* par Emanueli, 1 900 mots, 9 courbes, 1 figure (communication à la Conférence mondiale de l'Energie, Londres, 1924).

L'auteur rappelle que les pertes dans le conducteur et dans le diélectrique d'un câble étant les unes directement, les autres inversement proportionnelles au carré de la tension, la courbe des pertes totales en fonction de la tension présente un minimum qui dépend d'ailleurs du facteur de puissance du câble. Celui-ci varie à son tour avec la température du diélectrique. Il résulte des courbes présentées que, dans un câble à un conducteur, si ce dernier est à la température de 60° C, à la fréquence de 42 p:s, le facteur de puissance $\cos\varphi$ est, quel que soit le mode de pose adopté, voisin de 0,009. D'autres courbes indiquent la valeur des pertes totales au km suivant la tension et la section de cuivre pour des transmissions de 10 000, 15 000 et 20 000 kv-a. Pour chaque puissance transmise, l'auteur a tracé une courbe donnant, pour la fréquence 42 p:s, la valeur de la tension correspondant au prix minimum de première installation. Le facteur de puissance variant avec la fréquence, le résultat final varie peu dans les limites des fréquences industrielles. Il remarque que le système Boucherot de transmission à facteur de puissance constant, dans lequel la puissance transmise croît avec les carrés du courant et de la tension, présente de grands avantages. Il conclut de son étude que la tension la plus économique coïncide à peu près avec celles qui sont actuellement pratiquées sur les câbles en exploitation, mais

Digitized by Google

il ajoute que les fabricants sont dès maintenant prêts à fournir, pour des passages spéciaux, des câbles à 130 000 volts. Il suffit de supprimer dans la masse de l'isolant les vacuoles internes qui, devenant conductrices par ionisation, établissent dans la masse du diélectrique des chapelets de points entre lesquels cheminent les décharges carbonisantes.

Dans un appendice, il établit le calcul du facteur de puissance du diélectrique d'un câble dont le conducteur et l'enveloppe sont à des températures données.

h) *Redresseurs pour applications radiologiques,* par Rebora, 1 500 mots, 2 figures, 6 courbes.

L'auteur décrit un appareil à contact tournant de Scotti et Brioschi. Il donne les caractéristiques du transformateur et les résultats obtenus aux essais.

i) *Continuité et régularité du service dans les grands réseaux électriques,* par Semenza, 2 000 mots. (Communication présentée à la Conférence mondiale de l'Energie, Londres 1924).

Après avoir passé en revue les diverses causes d'interruption de service et montré, par des exemples, qu'il est toujours de l'intérêt des exploitants de consentir, pour les éliminer, une dépense supplémentaire de premier établissement, l'auteur conclut qu'il convient de rechercher un large coefficient de sécurité dans les machines, dans les lignes, dans les conducteurs ; puis d'employer un système rationnel de relais d'interruption dont le réglage sera confié à un service unique ; de monter sur les réseaux des régulateurs de tension et des compensateurs synchrones ; enfin de confier à un dispatcheur la direction des réseaux importants.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

(Bulletin de janvier 1925)

Compte rendu de l'Assemblée de discussion de l'Association sur *la première Conférence mondiale de l'Energie,* à Londres, le 13 décembre 1924. — M. Tissot, Président, rappelle le but que se proposait la Conférence, à laquelle 323 rapports ont été envoyés. Il rend compte des principaux de ces rapports, en particulier de ceux de nos collègues, MM. Duval, sur les caractéristiques des lignes à très haute tension établies en France, et Tribot-Laspière, sur l'interconnexion des grands réseaux, et de divers rapports étrangers, notamment sur les lignes et les interconnexions.

Digitized by Google

M. Tissot conclut en remarquant que le programme abordé était beaucoup trop vaste. Le memorandum signé par les représentants des diverses nations déclare d'ailleurs que le Comité international qui doit se réunir prochainement pour examiner les buts de la Conférence mondiale devra chercher à éviter les doubles emplois avec les autres conférences internationales.

L'objet de la Conférence, ajoute M. Tissot, devrait être restreint à la mise à jour périodique de l'inventaire des ressources mondiales de l'énergie, à sa production hydraulique et thermique, à son utilisation dans diverses industries telles que les transports, l'électrochimie et l'électrométallurgie et aussi aux problèmes économiques, financiers et législatifs. Le Congrès de Londres a permis aux constructeurs étrangers de faire valoir leurs produits d'une manière très habile. M. Tissot regrette que la Suisse, mal renseignée sur ce qui se préparait, ne se soit pas fait représenter d'une manière plus complète.

SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS

(Bulletin de janvier 1925)

Les huiles pour transformateurs et interrupteurs. Deuxième partie. Premier addenda par Mathis (1), 5 500 mots, 2 tableaux, 5 figures, 3 courbes.

Spécifications générales. — Dans tous les pays, on est unanime à reconnaître que les huiles doivent être minérales, raffinées, exemptes d'eau, d'alcalis, d'acides, de résine, de soufre, de sels métalliques. Elles doivent être expédiées dans des fûts métalliques étamés ou peut-être galvanisés. Les fûts de bois protègent mal l'huile contre l'humidité et, de plus, y introduisent des résines.

Rigidité diélectrique. — L'auteur préconise l'essai entre électrodes sphériques de 10 mm de diamètre, séparées par une distance verticale de 2 mm qui permettent de faire des essais courants aux environs de 20 000 volts. Il indique les raisons qui lui font préférer ces dispositifs électrodes cylindriques concentriques aux électrodes pointe-disque et pointe-pointe. Il rappelle que suivant les différents pays, le diamètre des sphères varie de 10 à 12 mm et

(1) La premièère partie de cette étude a été résumée dans le *Bulletin* de la Société française des Electriciens, décembre 1924, p. 1 138.

Digitized by Google

leur écartement de 4 à 5 mm. Il donne une courbe montrant que la rigidité des huiles mesurée entre électrodes verticales, croît avec la température, ce qu'il attribue à la dessication. Il rappelle que la tension de rupture dépend de la rapidité avec laquelle la tension est montée et il émet, par suite, le vœu de voir uniformiser, dans les prescriptions, la tension initiale, la valeur et la durée d'application des échelons intermédiaires.

Il relève les essais faits en Amérique par Hayden et Eddy entre électrodes sphériques de 10 mm écartées de 2 mm et qui ont amené ces auteurs à conclure que le percement est déterminé par la présence de corps étrangers dans le champ électrostatique. Lui-même arrive à une conclusion tout opposée et insiste pour que l'essai de rigidité constitue, pour les huiles, l'épreuve éliminatoire, à condition toutefois qu'il soit exécuté par un expérimentateur averti et que le résultat enregistré soit la moyenne de six essais différents.

Il indique des résultats d'essais montrant que la rigidité augmente avec la hauteur de la surface de l'huile au-dessus des électrodes ; l'augmentation varie, d'ailleurs, avec l'huile employée ; il en conclut que cette hauteur doit être constante et égale, par exemple à 100 mm au-dessus du milieu de l'intervalle d'éclatement.

Il note certaines divergences de vues entre les pays : en France et en Belgique la tension de rupture correspond au passage de la première étincelle ; en Grande-Bretagne, en Italie, en Allemagne, elle correspond au passage de l'arc. M. Mathis ajoute que la production d'une étincelle non suivie d'un arc est due à la présence de fines particules hygroscopiques. Il y a donc lieu, avant de procéder à un essai de rigidité, soit de débarrasser l'huile de ces particules par l'application prolongée d'une tension inférieure à celle de rupture, soit de la déshydrater.

En somme, la rigidité « arc » se rapproche davantage de la valeur réelle de l'huile, tandis que la rigidité « première étincelle » caractérise plutôt sa teneur en impuretés ou en eau. Pour mesurer cette dernière rigidité, il faut supprimer toutes causes indépendantes de la composition de l'huile et pouvant influencer ses propriétés, telles que les bulles d'air formées au remplissage du récipient. M. Mathis indique les tours de main qu'il emploie dans ce but.

Digitized by Google

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIETE [1]

Généralités. Recherches physiques.

La technique des Rayons X, par A. Dauvillier, docteur ès-sciences. (Recueil des Conférences-Rapports de documentation sur la Physique. 2e série, volume 10). Un vol. cartonné 24 cm×16 cm, de 195 pages, avec 90 figures et 5 planches hors texte. — Paris, Société « Journal de Physique » et Les Presses Universitaires de France, 1924. (Don des éditeurs).

Nouvelles vues Faraday-Maxwelliennes, par Charles-L.-R.-E. Menges. Un vol. broché 24 cm× 18 cm, de VI-93 pages. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. (Don de l'éditeur).

Nouvelles vues Faraday-Maxwelliennes (supplément) : Sur la propagation de la lumière, par Charles-L.-R.-E. Menges. Un vol. broché 24 cm×18 cm, de VI-44 pages, avec 6 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. (Don de l'éditeur).

Transmission et Distribution générale de l'Electricité

Phénomènes diélectriques dans la technique des hautes tensions (*Dielectric Phenomena in high voltage Engineering*), par F.-W. Peek, Jr. Traduit sur la seconde édition américaine par Robert Ackermann, préface de Paul Girault. Un vol broché 25 cm×16 cm, de XVI-316 pages, avec 209 figures et photographies. — Paris, Librairie Delagrave, 1924. (Don de l'éditeur).

Electrochimie. Piles. Accumulateurs.

Nickel and its alloys. Second edition, revised, May 9, 1924. — (Circular of the Bureau of standards, N° 100. Department of Commerce, Bureau of Standards). Un vol. broché 25 cm×18 cm, de 162 pages, avec 30 figures. — Washington, Government Printing Office, 1924. (Don du Bureau of Standards).

Télégraphie et Téléphonie.

Cent problèmes pratiques de T. S. F., par P. Hémardinquer. Un vol. broché 17,5 cm×11,5 cm de 161 pages avec 100 figures. — Paris, Masson et Cie, 1924. (Don de l'éditeur).

Congrès. Syndicats. Annuaires. Enseignement. Divers.

Annuaire pour l'an 1925 publié par le Bureau des Longitudes, Avec des notices scientifiques. Un vol. broché 14 cm×10 cm, de VIII-686 pages, avec 7 cartes. — Paris, Gauthiers-Villars et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S F „ par A. Curchod, M. Blondin et A. Turpain. Un vol. broché 27 cm×22 cm, de X-282 pages avec 408 figures. — Paris, Revue générale de l'Electricité, 1924. (Don de l'éditeur).

---

[1] Ces ouvrages peuvent être consultés à la Bibliothèque, 14, rue de Staël, de 14 à 17 heures, tous les jours, sauf le dimanche.

Digitized by Google

MATHÉMATIQUES. MÉCANIQUE.

Théorie mathématique de l'Électricité, par Th. DE DONDER, professeur de physique mathématique à l'Université de Bruxelles, membre de l'Académie royale de Belgique. — *Première partie :* Introduction aux Equations de Maxwell, rédigée par G. VAN LERBERGHE, professeur à l'École des Mines de Mons. Un vol. broché 28,5 cm×22,5 cm, de 198 pages, avec 82 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don du Laboratoire de Physique mathématique de l'Université de Bruxelles).

ENSEIGNEMENT, MANUELS, FORMULAIRES, ETC.

Problèmes d'Électrotechnique avec solutions développées et Applications numériques, par Adr. CURCHOD, ingénieur-électricien (E. S. E.). Préface de A. MAUDUIT, ancien élève de l'École polytechnique, professeur d'électrotechnique à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de XIV-594 pages, avec 181 figures et 5 planches hors texte. — Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1925. (Don de l'éditeur).

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS

(PUBLICATION SUBVENTIONNÉE PAR LA CONFÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES FRANÇAISES A L'AIDE DES FONDS ALLOUÉS PAR LE PARLEMENT)

ELECTROCHIMIE

Les fours électriques industriels et les fabrications électrothermiques par Jean ESCARD, Ingénieur civil. — *Deuxième édition.* — Un vol. 25 cm × 16 cm, de VIII-674 pages, avec 265 figures et 40 planches hors-texte. — Paris, Dunod, 1924.

Le livre de M. Jean Escard est la deuxième édition de l'ouvrage de cet auteur, travailleur consciencieux et érudit, disparu prématurément ; nous aurions aimé voir cette disparition signalée en tête de cette édition posthume.

L'ouvrage contient d'abord une description des divers modèles de fours électriques, avec d'intéressants détails et explications. Une partie importante est consacrée aux électrodes. Viennent ensuite les applications des fours électriques et la présentation des opérations au moyen desquelles on fabrique industriellement les métaux, alliages et autres produits. Cette accumulation considérable de renseignements et de matériaux sera très utilement consultée. Nous nous permettrons de faire une légère critique, que l'on peut d'ailleurs faire presque toujours au sujet de l'électrochimie ou de l'électrométallurgie. Les exploitants sont particulièrement avares de renseignements, de sorte que les auteurs d'ouvrages peuvent difficilement indiquer, parmi les diverses solutions d'un même problème, quelles sont celles qu'on doit préférer dans tel ou tel cas, ou encore celles qu'on doit abandonner dans tous les cas. De même, aucun dessin n'est accompagné d'échelle. Les ouvrages deviennent ainsi simplement descriptifs, sans prétention à donner des renseignements complets, ce qui est souvent regrettable, d'autant plus que certains livres étrangers sont moins parcimonieux.

TELEGRAPHIE ET TELEPHONIE.

Radiotélégraphie pratique et Radiotéléphonie, par P. MAURER, Ingénieur à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, professeur à l'Ecole Bréguet. — 2e *édition.* Un vol. 16 cm × 25 cm, de 431 pages, avec 336 figures. — Paris, Dunod éditeur, 1924.

Le chapitre I est consacré au rappel des principales propriétés des courants alternatifs, aux oscillations électriques engendrées par la décharge d'un condensateur, aux propriétés de ces oscillations, et à la propagation des ondes électromagnétiques auxquelles elles peuvent donner naissance. Bien que l'auteur se soit proposé d'écrire un ouvrage pratique accessible aux amateurs, on y trouve dès la première page une formule à sinus hyperbolique qui indique que, en réalité, ce livre est destiné à des lecteurs déjà pourvus d'une instruction générale suffisamment élevée et de quelques connaissances solides en électrotechnique. Par contre, pour l'étude des oscillations qui prennent naissance lors de la décharge d'un condensateur, l'auteur a recours aux diverses analogies hydrauliques bien connues qui sont destinées à faciliter, au point de vue physique, la compréhension des phénomènes en jeu. La propagation des ondes électromagnétiques dans l'espace est elle-même illustrée par les figures classiques connues sous le nom de « rognons » qui, depuis une vingtaine d'années, ornent la plupart des ouvrages relatifs aux radiocommunications, et dont la compréhension incomplète a pu contribuer à donner à des lecteurs insuffisamment préparés des idées inexactes sur ce qui se passe entre un poste transmetteur et un poste récepteur.

Digitized by Google

Le deuxième chapitre traite des principes de télégraphie sans fil, étude des circuits couplés, antennes, propagation des ondes.

Le chapitre troisième est consacré à l'étude des ondes amorties et aux différents organes des postes utilisant ces ondes, tandis que le chapitre quatrième est affecté à la description des machines ou appareils produisant des ondes entretenues, à l'exclusion des tubes à vide, qui sont étudiés dans un chapitre spécial.

Le chapitre V traite des principes de réception et contient la description des différents appareils, organes ou dispositifs récepteurs, à l'exclusion des tubes à vide.

Le sixième chapitre est consacré à l'étude des tubes à vide à deux et trois électrodes. L'auteur s'est inspiré, avec raison, de l'excellente étude du professeur Gutton qui a mis si clairement en lumière le fonctionnement de ces appareils ; mais le nom de M. Gutton ne paraît pas avoir été cité à ce propos, ce qui paraît regrettable. Les principaux montages des triodes employés comme détecteurs ou comme amplificateurs, avec transformateurs ou avec résistances, sont donnés dans ce chapitre où est étudié aussi le fonctionnement d'un triode pour la production d'oscillations entretenues. Enfin, les principes de la réaction et de la super-réaction sont expliqués. Un paragraphe complémentaire est consacré à l'utilisation des triodes pour la production et la réception des ondes courtes.

Le chapitre VII traite des ondes dirigées.

Dans le chapitre VIII, l'auteur décrit les principaux systèmes de T.S.F. Il semble que ce chapitre, qui contient la description d'un grand nombre de dispositifs inutilisés ou abandonnés, serait mieux placé dans les débuts de l'ouvrage sous la rubrique « Historique de la T.S.F. ».

Le chapitre IX est consacré à la radiotéléphonie, avec description des différents systèmes de modulation.

Le chapitre X porte le titre « Utilisation ». Il passe en revue les différentes applications de la T.S.F. dans l'Armée et la Marine : postes portatifs, postes automobiles, postes d'avions ou de dirigeables, radiophares, télémécanique, etc...

Enfin, le chapitre XI est consacré à la recherche des défauts, règlages et mesures.

Appareils et méthodes de mesure

Essais des machines électriques, installations des plateformes d'essais. Interprétation des essais, par H. Delalande. Un vol. relié toile 24 cm×16 cm, de 442 pages, avec 213 figures. — Paris, Ch. Béranger, 1923. (Don de l'éditeur).

Ouvrage très complet dans lequel, à côté de considérations théoriques judicieusement limitées et clairement exposées, l'auteur a su présenter une quantité de renseignements pratiques et de données numériques.

Ce livre rencontrera un succès mérité près de tous ceux qui, s'occupant d'essais de machines, doivent savoir adapter ou organiser en vue d'essais souvent très différents des plateformes parfois assez rudimentaires. L'expérience de l'auteur leur évitera bien des recherches longues et bien des tâtonnements infructueux.

Météorologie

Où en est la météorologie, par Alph. Berget, professeur à l'Institut océanographique. Un vol. 20 cm×13 cm, de XII-304 pages, avec 57 figures. (Paru dans la « Collection des Mises au point »). — Paris, Gauthier-Villars, 1921. (Don de l'éditeur).

A une étude de l'atmosphère et des phénomènes météorologiques font suite quelques considérations sur la prévision du temps « but pratique, final et utilitaire de la météorologie ». L'examen historique des travaux anciens est complété par celui de l'influence du rayonnement solaire dans lequel la météorologie moderne recherche des solutions des problèmes qu'elle a à résoudre.

Digitized by Google

IL Y A SOIXANTE ANS

SOMMAIRE

a) Conférence du Dr Remak, de Berlin, devant une Commission de notre Académie des Sciences sur le traitement électrique des névroses, p. 201.
b) Leçons de Palmieri, de l'Université de Naples, sur l'électricité atmosphérique, p. 202.
c) Conférence de Jamin, aux soirées scientifiques de la Sorbonne, sur les aimants, p. 203.

a) Il y a 60 ans, la Société française des Electriciens n'était pas née, mais déjà les applications de l'électricité commençaient à se répandre. Nous pouvons suivre leur développement dans la Revue des Cours scientifiques, publiée par Alglave, sous la direction de Yung.

Cette Revue reproduisait, à la fin de l'année 1864, une conférence du Dr Remak faite sur le *traitement électrique des névroses* devant la Commission de l'Académie des Sciences chargée d'examiner ses expériences.

Remak était venu de Berlin à Paris pour démontrer les effets physiologiques et thérapeutiques du courant « galvanique ». Il rappelait dans sa conférence que, dès la découverte de la pile de Volta, les médecins firent des essais d'électrothérapie et qu'en 1800, à l'Institut, le premier Consul assista, debout, à la lecture d'un mémoire de Volta sur cette question.

Ces essais furent infructueux en grande partie par suite du peu de constance et de la courte durée du courant fourni par la pile. En 1830, Becquerel obtint un courant voltaïque constant. Mais la découverte récente des phénomènes d'induction permettait de produire les courants « magnétoélectriques et galvanoélectriques » qui avaient dès lors les préférences des médecins. En 1855, Remak crut reconnaître que le courant galvanique constant donne en thérapeutique des résultats très supérieurs et que les courants d'induction sont plus nuisibles qu'utiles. L'appareil qu'il présentait à la Commission en 1865 comprenait : 32 éléments de 3 kg chacun portés sur une charrette à bras; un réducteur,

Digitized by Google

qu'il appelait « électeur », enfin un galvanoscope indiquant l'intensité « approximative » du courant, et un inverseur qu'il appelait « commutateur ». Gêné par l'endosmose des éléments Daniell ordinaires, il avait fait établir par Siemens et Halske, « fabricants d'appareils télégraphiques », un élément dans lequel la plaque de cuivre placée au fond du récipient était séparée du cylindre de zinc par une voûte d'argile recouverte d'une couche épaisse de papier mâché. L'endosmose étant ainsi réduite, il suffisait d'ajouter de temps à autre des cristaux de sulfate de cuivre et de l'eau pour que la pile fonctionnât dix mois sans diminution sensible du courant.

Remak employait, avec les tampons humides encore en usage, des fils conducteurs en *argent* isolés à la gutta ou au caoutchouc. Il signalait dès lors les phénomènes les plus saillants déterminés par le passage du courant et si connus maintenant : phosphènes rétiniens, goût de métal, vertige, dilatation ou contraction des vaisseaux au voisinage de l'un ou de l'autre pôle, etc.

b) La même Revue donne une leçon professée par M. Palmieri à l'Université de Naples et dans laquelle il expose les méthodes employées pour l'étude de *l'électricité atmosphérique* : conducteur fixe isolé muni de pointes et placé à une certaine hauteur ; électromètre atmosphérique de Peltier : élevé à une certaine hauteur, il se charge d'électricité positive non observable ; mis alors en relation avec le sol ou redescendu, il prend une tension négative égale, suppose-t-on, et mesurable ; cette méthode est, comme la précédente, faussée par les pertes.

Conducteur mobile : jets d'eau tombant d'un récipient percé de trous ou jaillissant d'une fontaine à compression. Si on rapproche deux conducteurs horizontaux dont l'un se trouve en communication avec un électroscope sensible, on obtient de l'électricité négative et de la positive si on les éloigne. La tension ainsi observée varie constamment et devient très forte au moment des grandes pluies. Le professeur en conclut que l'électricité atmosphérique agit par influence.

Après avoir décrit son installation de l'observatoire du Vésuve, il ajoute que, pour avoir des mesures absolues, il faudrait naturellement disposer d'une unité sur laquelle on n'a encore que des

Digitized by Google

suggestions. Il indique la manière de tenir compte des pertes qui peuvent fausser les résultats des mesures, quelle que soit leur rapidité. Il termine en donnant les résultats de ses observations, et sa conclusion que l'électricité atmosphérique ne peut avoir son origine que dans la condensation de la vapeur d'eau.

***

c) La Revue du 11 février 1865 reproduit une conférence faite par Jamin aux soirées scientifiques de la Sorbonne sur les *aimants*. En voici quelques extraits :

« La première période du magnétisme, celle de Gilbert, nous a donné la boussole ; la deuxième, celle d'Ampère, a produit les électroaimants et les télégraphes électriques ; la troisième, celle de Faraday, va nous donner, avec l'induction, l'électricité à *bon marché* ».

Le conférencier parle ensuite des moteurs électriques appliqués, dans les ateliers de Froment, à la confection des instruments de précision, et il ajoute :

« On a aussi tenté de les appliquer à la traction des matériaux, mais leur poids énorme, relatif au peu de force qu'ils développent et leur prix très élevé, paraissent prohibitifs. En effet, l'électricité coûte cher quand il faut l'obtenir avec la pile voltaïque ; au contraire, la force coûte peu de chose. Pour tirer profit des moteurs électriques dans l'industrie, il faudrait donc renouveler les conditions du problème et produire de l'électricité avec du mouvement. C'est vers ce but que tendent aujourd'hui tous les efforts des ingénieurs. Il y a aujourd'hui dans les ateliers Barbedienne une machine électromotrice d'une puissance extraordinaire ; ce n'est autre chose qu'une machine d'induction analogue à celle de Clarke, mais composée d'un très grand nombre d'aimants et d'un nombre équivalent de bobines ; le mouvement initial est transmis par une machine à vapeur.

« Dans ces derniers temps, l'Alliance a appliqué cette machine aux phares électriques. On obtient ainsi une lumière équivalente à celle de 3 000 becs de gaz, tandis que les phares à huile ne donnent que 600 becs de bougie ordinaires. »

Digitized by Google

IL Y A TRENTE ANS

SOMMAIRE

1° Réunion du mercredi 6 février 1895 :
a) Inauguration des conférences au Laboratoire central d'Electricité (école d'applications électriques), p. 204.
b) Sur la désinfection électrique par le système Hermite, p. 204.
c) Transmission de force par moteurs alternatifs synchrones, p. 205.
2° Extraits du Bulletin :
a) Télautographe d'Elisha Gray, p. 205.
b) Ouverture d'une souscription pour le Laboratoire central d'Electricité (école d'applications électriques), p. 206.
c) Académie des Sciences, p. 207.
d) American Institute of Electrical Engineers, p. 207.
e) Institution of Electrical Engineers, p. 207.
f) Association des ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore, p. 208.

1° RÉUNION DU MERCREDI 6 FÉVRIER 1895

Présidence de M. Postel-Vinay.

a) Inauguration des conférences au Laboratoire central d'Electricité. — M. le Président annonce que les conférences qui doivent être faites à l'école d'applications électriques qui vient d'être annexée au Laboratoire Central d'électricité commenceront dans le courant de février. Le tableau de ces conférences est établi comme suit :

MM. Thomas, télégraphie, 3 conférences.
— de la Touanne, téléphonie, 3 conférences.
— Picou, construction des dynamos, 6 conférences.
— Sartiaux, applications aux chemins de fer, 3 conférences.
— Hillairet, applications mécaniques, 7 conférences.
— Bochet, montage électrique, 4 conférences.
— Janet, électrochimie, 4 conférences.

b) Sur la désinfection électrique par le système Hermite. — M. Farman indique la théorie et les procédés d'application de ce système qui consiste à électrolyser l'eau de mer entre une électrode de platine et une électrode de zinc pour obtenir l'acide hypochloreux utilisé à Ipswich (Angleterre) pour la désodorisation complète des égouts ; il a entraîné une dépense annuelle de 0,1825 franc par tête d'habitant. Ce chiffre serait triplé pour obtenir la désodorisation complète. S'il fallait fabriquer l'eau de mer, la dé-

Digitized by Google

sodorisation reviendrait à 0,90 fr par tête et par an. Le conférencier montre que le blanchiment à l'acide hypochloreux a, sur l'emploi des hypochlorites du commerce, l'avantage de ne pas brûler la cellulose.

c) Transmission de force par moteurs alternatifs synchrones. — M. Picou rappelle d'abord que M. Blondel a traité la question dans son étude sur le couplage des alternateurs ; lui-même propose une autre présentation, qu'il juge plus simple. Partant de la courbe en V établie par Mordey, de la remarque de Sylvanus Thompson d'après laquelle un moteur synchrone surexcité avance la phase du courant par rapport à la force électromotrice et du diagramme de Blakesley, il expose et discute les conditions de la transmission pour diverses valeurs de l'excitation. Remplaçant pour la commodité de l'épure les portions utiles des cercles du diagramme Blakesley par leurs tangentes, il donne un exemple concret des valeurs de la courbe en V pour une puissance de 20 kw. Il montre l'influence de la réaction d'induit. Faisant remarquer que, dans une installation fixe, il y a intérêt à soustraire au personnel le réglage de l'excitation, il déduit de ses diagrammes la valeur à laquelle il convient de la fixer. Discutant l'emploi du moteur synchrone surexcité à la place du condensateur pour réduire le déphasage du courant en arrière produit par des transformateurs, il montre que ce n'est que dans le cas où le moteur synchrone devrait fournir une puissance relativement élevée qu'on pourrait lui demander une compensation utile. Enfin, discutant une assertion de Kolben d'Oerlikon, d'après laquelle le facteur de puissance étant toujours plus élevé dans le moteur synchrone, son rendement est cependant toujours inférieur à celui du moteur asynchrone, il montre qu'au contraire en transformant ce dernier en synchrone, on augmente son rendement et sa puissance. Sur une observation de M. Trouvé qui dit avoir réalisé un type de moteur pouvant être alimenté indistinctement en courant continu et en courant alternatif, il répond que le fonctionnement de tels moteurs, bien que possible, ne lui paraît pas pratiquement acceptable.

2° EXTRAITS DU BULLETIN

a) Télautographe d'Elisha Gray. (Présentation faite en séance extraordinaire, le 18 décembre 1894).

M. Voisenat rappelle les premiers systèmes de transmission

Digitized by Google

télégraphique de l'écriture, telle que celui de l'abbé Caselli qui assura un service régulier entre Paris et Lyon en 1860 avec un rendement de 1 000 mots à l'heure. Les télautographes, basés sur un principe différent, mettent comme les téléphones, les deux correspondants en rapport direct, mais de plus ils tracent sous les yeux du destinataire l'écriture même et éventuellement les croquis de l'expéditeur. Le nouveau principe consiste à matérialiser deux coordonnées polaires du mouvement du stylet de l'expéditeur placé à leur intersection et à les reproduire en grandeur et direction au poste récepteur. Dans le système d'E. Gray la transmission exige l'emploi de 4 fils, ce qui a l'inconvénient de ne pas permettre l'utilisation directe des circuits téléphoniques. Les deux coordonnées sont constituées par des tiges légères attaquant en archets deux petits tambours. Le conférencier décrit les dispositifs très ingénieux d'électroaimants et de commandes mécaniques qui permettent de transmettre du stylet à la plume réceptrice, outre les déplacements sur le papier, le soulèvement et l'abaissement du stylet, la progression du papier, etc... L'inconvénient principal de cet appareil consiste dans la lenteur avec laquelle les signes doivent être tracés pour permettre à tous les organes intermédiaires d'accomplir complètement leurs fonctions respectives ; si le stylet est manœuvré trop rapidement l'écriture transmise est déformée. L'appareil essayé le 15 décembre 1894, entre Paris et Londres, sur quatre conducteurs téléphoniques, a permis d'échanger des correspondances à une vitesse de 34 mots par minute, soit 21 fois moindre que celle des Baudot sextuples. L'auteur remarque que par contre, ces appareils n'exigent pas la présence du correspondant à la réception et assurent le secret des transmissions ; ils sont enfin indépendants des effets d'induction si nuisibles en téléphonie.

b) Ouverture d'une souscription pour le Laboratoire central d'Electricité. — Les cours de l'Ecole d'applications électriques qui venait d'être adjointe à cet établissement avaient commencé en décembre 1894. Pour faire face aux frais du nouvel organisme, M. Mascart, président de la Commission chargée de le constituer, avait ouvert une liste de souscriptions annuelles que le *Bulletin* reproduit. Parmi ces ouvriers de la première heure, nous relevons les suivants, qui figurent encore aujourd'hui sur la liste de souscription à la nouvelle école :

Ateliers Carpentier.

Digitized by Google

Société Bréguet.
Sautter, Harlé et Cie.
Mors.
Société industrielle des Téléphones.
Société Gramme.
Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.
Société d'Eclairage électrique du Secteur de la place Clichy.
Compagnie continentale Edison.
Compagnie de Fives Lille.
Société alsacienne de Constructions mécaniques.
Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris.
Société pour le Travail électrique des Métaux.
Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

c) Académie des Sciences. — *Séance du* 11 *février* 1895. — *Sur la capacité électrostatique des bobines.* M. Cauro enroule les bobines en couches alternées en partant de la même extrémité où l'on revient chaque fois par un fil rectiligne ; il pense qu'il ne faut employer les bobines à double enroulement dans la mesure des coefficients d'induction que pour les résistances faibles ; pour les grandes résistances les bobines Cauro atténueront les effets de capacité dans des proportions très appréciables.

d) American Institute of electrical Engineers. — *Séance du* 18 *mai* 1894. — *Moteurs polyphasés.* M. Bell considère qu'ils sont très préférables aux moteurs à courant continu. Plus simples, ils exigent moins de réparations, tournent à vitesse réglable, donnent aisément des coups de collier, ont un bon rendement à toute charge ; leur armature établie pour basse tension est plus solide que celle des moteurs à courant continu. Leur poids est d'environ 30 kg par cheval ; en acceptant des sacrifices sur le rendement, on descend à 13 kg par cheval ; la vitesse ne varie avec la charge que de 5 à 6 pour 100 pour les petits moteurs et de 2 à 2,5 pour 100 pour les gros et elle n'est pas influencée par les variations de tension. Le sens de rotation est facilement réversible.

e) Institution of electrical Engineers. — Dans son adresse présidentielle inaugurale, M. Crompton passe une revue rapide des *progrès réalisés par l'industrie électrique* depuis l'Exposition de Paris de 1878. Le rendement des dynamos est passé de 60 à 97

Digitized by Google

pour 100. La machine de l'Alliance qui ne servait qu'à éclairer les phares est devenue l'alternateur, la bobine de Ruhmkorff est devenue le transformateur et l'élément Planté la batterie d'accumulateurs. Il déplore que les installations de transport d'énergie électrique soient encore en nombre aussi restreint et que le chauffage électrique commence à peine à entrer dans la pratique. Il souhaite de voir se multiplier les applications mécaniques, toujours avantageuses quand l'emploi des appareils est intermittent. Il signale que le dispositif récemment imaginé en Amérique par Léonard permet de faire donner par les machines électriques le coup de collier qui restait jusque là surtout l'apanage de l'énergie musculaire.

f) Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore. — *Circuit de retour d'un tramway électrique.* M. Dawson extrait d'un travail d'ensemble sur les tramways en Amérique une note sur cette question. En 1888, la traction électrique y était universellement dédaignée. En 1894, 13 400 km de voies étaient équipées et il y circulait 20 000 voitures. On pensait d'abord que, la résistance de la terre étant négligeable, il n'y avait pas lieu de se préoccuper de la continuité du rail : après avoir constaté des différences de potentiel de 200 volts sur 2 ou 3 km de ligne, et des détériorations importantes par électrolyse, on se décida à assurer à la voie une conductibilité parfaite. On reconnut que la pression des pavés empêchant tout mouvement de dilatation des rails, il était possible de supprimer tout jeu aux éclisses et de souder les rails. La pratique a démontré que pour limiter l'action sur les canalisations voisines, il y avait lieu de connecter le pôle négatif à la terre.

Le Gérant : J. Guyot

IMP. HENRIOT, 26, RUE GERSENT, PARIS.

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

SOMMAIRE

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS :

Réunion ordinaire mensuelle du samedi 7 mars 1925, p. 210.

Admissions de membres titulaires, p. 210.

Membres décédés, p. 211.

Eloge de M. le professeur Broca, président décédé, par M. Parodi, vice-président, p. 211.

Informations diverses données en séance, p. 213.

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS (1) :

Les applications des rayons X à l'identification de substances diverses et en particulier des perles fines (M. DAUVILLIER), p. 215.

COMMÉMORATIONS :

Célébration aux Etats-Unis du Centenaire de l'énonciation du principe de Sadi Carnot, adresse présentée, par M. FABRY, p. 230.

Notice nécrologique sur Heaviside (M. BETHENOD), p. 232.

INFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS :

1° Principales décisions du Bureau et du Comité en mars 1925, p. 240.

2° Assemblée générale du Groupe Sud-Est de la Société française des Electriciens, p. 240.

3° Visite au laboratoire des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, le lundi 9 mars 1925, p. 241.

4° Visite à la sous-station automatique de la Société des Transports en commun de la Région parisienne, le jeudi 19 mars 1925, p. 241.

5° La télégraphie sans fil en Norvège, p. 242.

6° Concours d'appareils avertisseurs et extincteurs d'incendie, organisé par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, p. 243.

TRAVAUX DES SECTIONS :

Sommaire, p. 246 ; texte, p. 246-268.

ECHOS DES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES :

Sommaire, p. 269 ; texte, p. 269-288.

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ, p. 289.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS, p. 291.

IL Y A TRENTE ANS :

Sommaiire, p. 293 ; texte, p. 293-296.

(1) La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

4e SÉRIE. TOME V, 1925. — N° 43

Digitized by Google

REUNION ORDINAIRE MENSUELLE

du samedi 7 mars 1925

Présidence de M. PARODI.

La séance est ouverte à 17 heures.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné connaissance des demandes d'admission suivantes :

Bailhache (Marcel-Adolphe), ingénieur E.S.M.E., élève à l'E.S.E., 1, place de la Mairie, à Gennevilliers (Seine). — Présenté par MM. P. Janet et C.F. Guilbert.

Bene (Eugène), ingénieur-électricien à la Compagnie française des Métaux, 7, rue du Cirque, à Paris (8e) domicile, 1, rue Ernest-Renan, à Saint-Denis (Seine). — Présenté par MM. C. Duval et Ch. Lavanchy.

Broussin (Alfred-Vital), ingénieur adjoint des Travaux publics de l'Indo-Chine, à Tourane (Annam). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Chappuis (James), président administrateur-délégué de la Société des Forces motrices d'Auvergne, 43, rue de Lille, à Paris (7e). — Présenté par MM. Lebaupin et H. Jouvion.

Cure (Emile), officier de marine, professeur d'électricité à l'Ecole des Officiers canonniers, à Toulon, Cercle naval de Toulon (Var). — Présenté par MM. C.-F. Guilbert et H. Jouvion.

Darmois (Emile-Eugène), professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, à Nancy (Meurthe-et-Moselle). — Présenté par MM. M. Leblanc et P. Janet.

Davoust (Albert-Edgard), ingénieur en congé, chef du bureau dessin Stone et Webster Co, 149, Milk Street, Boston Massachussetts (U.S.A.), domicile, 73, rue des Bois de Colombes, à La Garenne-Colombes (Seine). — Présenté par MM. J. Grosselin et H. Jouvion.

Deyrat (Jean-Emile), conducteur du service de l'Eclairage à la Voirie municipale de Lyon, 16, rue Vieille-Monnaie, à Lyon (Rhône). — Présenté par MM. Rivière et Georges.

Euvrard (Henri-Pierre), chef électricien aux Papeteries de Sténay et Pouilly, à Sténay (Meuse). — Présenté par MM. J. Grosselin et Fourcault.

Froget (André), administrateur-délégué de la Société Holophane, 156, boulevard Haussmann, à Paris (8e). — Présenté par MM. Ch. Fabry et P. Bossu.

Frohlich (Alfred), ingénieur I.E.N., directeur de la Société alsacienne et lorraine d'Electricité ; Division : Forces électriques lorraine Metz, 19, rue de Verdun, à Metz (Moselle). — Présenté par MM. E. Brylinski et R. Frohlich.

Gacogne (Jean-Marie-Victor), élève à l'E.S.E., 20, rue Dutot, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Gadot (Paul-Ferdinand-Jean-Marie), administrateur-délégué des Etablissements Paul Gadot, Porte Champerret, à Levallois. Domicile, 21 bis, rue Galvani, à Paris (17e). — Présenté par MM. Liouville et Magunna.

Giraudier (Gilbert), associé principal de la Maison Giraudier Frères, ingénieurs-constructeurs, 30, rue du Docteur-Rabatel, à Lyon-Monplaisir (Rhône). — Présenté par MM. Rigollot et Lebet.

Henrion (Georges-Paul-Marie), constructeur électricien, 118, avenue de Gravelle, à Saint-Maurice (Seine). — Présenté par MM. Roth et G. Belfils.

Janvier (William-Jules-Henri), ingénieur, chef du service des Compteurs, y compris Laboratoire, aux Forces motrices du Haut-Rhin, 81, rue de Verdun, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Présenté par MM. Soldadié et Vassillière-Arlhac.

Jonathan (Fernand), élève ingénieur du Génie rural, actuellement élève à l'E.S.E. 24, boulevard Pasteur, à Paris (XVe). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Joyeux (Pierre-Jean-Charles-Joseph), directeur à la Compagnie générale d'Entreprises électriques, 102, boulevard Beaumarchais, à Paris (XIe). — Présenté par MM. Grandjean et Goldschmidt.

Julienne (Georges), élève à l'E.S.E., ingénieur A. M., 1, rue Saint-Gilles, à Paris (3e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Digitized by Google

Lacharme (Henri), directeur de l'agence des Etablissements Grammont, 62, rue du Palais Gallien, à Bordeaux (Gironde) — Présenté par MM. Chevallier et Rousseau.

Langlois (Samuel-André), ingénieur E.S.E. (1920), ingénieur au service des Tramways de la Compagnie française Thomson-Houston, 60, rue des Francs-Bourgeois, à Paris (4e). — Présenté par MM. Berthelot et Lartigue.

Noël (Maurice-Pierre), ingénieur des Arts et Manufactures (1923), diplômé E.S.E., licencié ès-Sciences et en Droit, ingénieur aux Usines Ariès, à Courbevoie. Domicile 35, avenue du Parc-Montsouris, à Paris (14e). — Présenté par MM. P. Janet et H. Jouvion.

Pellegrin (Jean-Albert), élève à l'E.S.E., 14, rue de Trévise, à Paris (9e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Pujol (Pierre-Paul), capitaine du Génie, élève à l'E.S.E., 2, rue Auguste-Chabrières, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Schneider (Charles), directeur-fondateur de l'Ecole d'Electricité Bréguet, maire adjoint du 15e arrondissement, professeur honoraire de l'Université, Ecole Bréguet, 84, rue Falguière, à Paris (15e). — Présenté par MM. Bréguet et C.-F. Guilbert.

Société des Accumulateurs fixes et de Traction, à Romainville (Seine). — Présentée par MM. d'Arsonval et de Valbreuze.

Société anonyme française Holophane, administrateur-délégué M. André Froget, 156, boulevard Haussmann, à Paris (8e). — Présenté par MM. Ch. Fabry et P. Bossu.

Soulier (Alfred), rédacteur en chef de l' « Industrie électrique », expert près le Tribunal civil de la Seine, 7, rue de la Gare, à Cachan (Seine). — Présenté par MM. P. Bunet et Chaumat.

de Tannenberg (Alexis), lieutenant de vaisseau, élève à l'E.S.E., 7, rue d'Olivet, à Paris (7e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Vassal (Charles-Jean-Henri), élève à l'E.S.E., 26, rue des Ecoles laïques, à Montpellier (Hérault). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Wagner (Georges), ingénieur en chef de la Régie municipale du Gaz et Electricité de Bordeaux, 15, rue des Deux-Ormeaux, à Bordeaux (Gironde). — Présenté par MM. Delasalle et Beaulavon.

Walcker (Raymond-Alfred), élève à l'E.S.E., 29, rue des Volontaires, à Paris (15e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Ces candidats sont élus membres titulaires de la Société française des Electriciens.

M. le Président fait part du décès de M. le professeur *Broca*, président de la Société et de ceux de MM. *Chapat* et *Deutsch*.

Il adresse aux familles des membres décédés les condoléances de la Société et fait dans les termes suivants l'éloge du professeur Broca :

« Messieurs,

« Nous avons eu la douleur de perdre, il y a seulement quelques jours, notre Président, M. André Broca, membre de l'Académie de Médecine, professeur de physique médicale à la Faculté de Médecine de Paris.

« André Broca était entré à l'Ecole polytechnique en 1883 et à l'Ecole d'artillerie de Fontainebleau, en 1885. Mais, après quelques mois de présence dans un corps de troupe, il préféra abandonner la vie brillante et active des officiers d'artillerie, pour commencer sa longue carrière de chercheur patient et passionné.

Digitized by Google

« Entré en 1888 comme préparateur de physique à la Faculté de Médecine, il passait son doctorat en 1893 et seulement 5 ans après, il était nommé professeur agrégé de Physique à la Faculté de Médecine de Paris.

« En 1902, il devenait répétiteur de Physique à l'Ecole polytechnique.

« Les recherches nombreuses et importantes poursuivies par André Broca dans tous les domaines de la physique expérimentale et plus particulièrement dans ceux de l'acoustique et de l'optique, lui permirent, pendant la grande guerre, d'apporter une collaboration précieuse à la défense nationale. Une part du prix extraordinaire de la Marine lui fut attribuée en 1916 pour ses travaux sur les appareils d'écoute sous-marine.

« Attaché à la Direction des Inventions, il sut donner une impulsion particulièrement énergique aux travaux de la section « Marine » dont il était président.

« En avril 1920, la Faculté de Médecine l'appela à la chaire de Physique médicale et en 1923, il fut élu membre de l'Académie de Médecine.

« Notre Société l'avait choisi comme président en 1924 et nous espérions tous pouvoir travailler longtemps en collaboration avec cet esprit éminent et libre, quand la mort est venue l'arracher subitement à l'affection de sa famille et de ses amis.

« Avec André Broca, disparaît un physicien de premier ordre qui a exercé une action profonde et durable, non seulement sur le développement de la physique expérimentale, mais encore et surtout sur ses applications thérapeutiques. Il nous rappelait lui-même, dans la conférence qu'il a faite ici même en février dernier que l'électricité médicale a subi une véritable révolution dans ces dernières années, sans dire d'ailleurs quelle part éminente lui revenait dans cette rapide transformation.

« Ses travaux sur le fonctionnement des tubes de Crookes et sur la technique des rayons X, ont contribué largement à la mise au point des méthodes actuellement en usage dans tous les hôpitaux et laboratoires radiologiques.

« Il semble cependant que l'une des préoccupations les plus constantes d'André Broca fut d'arriver à la compréhension complète du mécanisme de la vision et ses recherches méthodiques sur la photométrie, l'optique physiologique et l'ophtalmo-métrologie serviront de base à toutes les recherches futures sur ce sujet.

Digitized by Google

« Ses travaux sur les sensations lumineuses, sur leurs variations en fonction du temps, sur l'inertie rétinienne, sur le pouvoir séparateur de l'œil, sur l'accommodation, auront permis d'explorer une partie de ce vaste domaine où subsistent encore tant de mystères.

« Ses recherches, en collaboration avec Charles Richet, sur les conditions thermodynamiques de fonctionnement des muscles considérés comme moteurs au sens industriel du mot, sur le mode d'excitation des centres nerveux, sur leurs « périodes réfractaires » et leur hystérésis sont particulièrement intéressantes pour les électriciens qui tentent, comme nous, d'établir un parallèle entre les organismes vivants et les organismes industriels que nous essayons de créer, dans lesquels les moteurs jouent le rôle des muscles et les dispositifs d'asservissement, le rôle des nerfs.

« Mais, là ne s'est pas arrêtée l'action d'André Broca. Ses recherches méthodiques en optique géométrique, ses mesures de vitesse de la lumière, du rayonnement des antennes de T. S. F., ses études expérimentales sur les décharges dans les gaz et le phénomène de Zeeman, sur les courants à haute fréquence et le pouvoir inductif des métaux, le placent au premier rang des physiciens qui sont l'honneur de notre pays.

« Au nom de la Société française des Electriciens, nous adressons à la famille de notre regretté président, l'expression de la profonde sympathie avec laquelle nous prenons part à sa douleur. »

Le Président remercie les Ateliers de Constructions électriques de Delle pour le don d'un disjoncteur et les donateurs des ouvrages offerts dont la liste est portée à la page 289 du présent *Bulletin.*

Il fait les annonces suivantes :

L'assemblée générale qui aura à approuver les comptes de l'exercice et à renouveler les pouvoirs du trésorier et du secrétaire général se réunira le 4 avril 1925 à 17 h 30, 44, rue de Rennes.

L'assemblée générale du groupe du Sud-Est se réunira à Lyon, le 11 mars, pour approuver les comptes et élire son bureau.

Les établissements Gaiffe-Gallot et Pilon ouvriront leur laboratoire le lundi 6 mars aux membres de la Société française des électriciens.

La Société des Transports en commun de la Région parisienne organise, avec les ingénieurs de la Compagnie Thomson-Houston,

Digitized by Google

une visite de sa sous-station automatique de Sèvres, le jeudi 19 mars.

Un Congrès de la Société française des Electriciens se tiendra à Grenoble les 10 et 11 juillet prochain. Il comportera une séance commune avec le Congrès du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique et sera suivi de deux journées d'excursions.

Sur l'initiative de l'Associazione elettrotecnica italiana, un voyage dans la Haute Italie, de Turin à Venise, avec retour par les lacs, aura lieu du 5 au 12 septembre.

L'Ecole supérieure d'Electricité ouvrira, dans le courant du mois, une section nouvelle pour l'enseignement des principes de l'éclairage.

La Société française des Electriciens a, avec l'Union des Syndicats de l'Electricité, donné son patronage à la création d'un office de Documentation limité à la science et à la technique électriques. La Commission mixte qui a été chargée d'étudier la question a reconnu que cet office nécessiterait des dépenses considérables auxquelles il ne paraît pouvoir être fait face que par des abonnements annuels.

M. le Président donne la parole à M. TURPAIN, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers, qui fait une conférence sur les multicommunications généralisées par les courtes ondes électriques.

Après un historique des diverses solutions proposées pour la multiplication des communications sur un même circuit, le conférencier expose un système qu'il a réalisé comme montage d'essai et qui assure, avec des dispositifs simples, la sécurité absolue des transmissions. Cette conférence sera publiée ultérieurement.

M. le Président remercie M. Turpain et le félicite des résultats qu'il a déjà obtenus. Il donne la parole à M. DAUVILLIER qui présente une communication sur quelques applications des rayons X, notamment sur l'identification de substances diverses et en particulier des perles fines. La communication de M. Dauvillier est publiée à la page 215 du présent *Bulletin*.

M. le Président remercie vivement M. Dauvillier d'avoir présenté à la Société une communication aussi intéressante et qui ouvre de nouvelles perspectives à l'utilisation des rayons X.

La séance est levée à 19 heures.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS

APPLICATIONS DES RAYONS X A L'IDENTIFICATION DE SUBSTANCES DIVERSES ET EN PARTICULIER DES PERLES FINES

par M. A. DAUVILLIER.

INTRODUCTION

Les procédés d'analyse et de différenciation basés sur l'emploi des rayons X peuvent se diviser en deux grandes catégories : ceux qui utilisent les différences d'opacité présentées par les divers éléments chimiques et ceux qui reposent sur la diffraction des rayons X. Au premier groupe appartient la radiométallographie dont les usages multiples ont été exposés récemment ici par M. Pilon.

Le deuxième groupe peut se scinder lui-même en procédés d'analyse spectrale et d'analyse cristalline. L'analyse chimique absolue que permet l'emploi des rayons X est basée, soit sur l'étude du spectre d'absorption, soit sur celle du spectre d'émission.

L'analyse cristalline permet l'identification de nombreux corps minéraux ou organiques. Elle permet de suivre les modifications de structure intime qui se produisent dans les métaux ou les alliages soumis à des traitements physiques variés. Une nouvelle application en a été faite à la différenciation des perles naturelles et des perles japonaises cultivées.

Nous examinerons ces diverses applications des rayons X dans cet ordre en insistant sur leur intérêt au point de vue du contrôle industriel.

I. PROCÉDÉS BASÉS SUR L'ABSORPTION.

La loi d'absorption des rayons X dans la matière est particulièrement favorable à la différenciation des éléments. Comme on le sait, un rayonnement monochromatique est absorbé suivant la loi exponentielle :

$$I = I_0 e^{-\mu d},$$

Digitized by Google

I_0 étant l'intensité incidente, I, l'intensité après le parcours d dans une substance présentant le coefficient d'absorption μ. Or ce coefficient varie comme la quatrième puissance du nombre atomique de l'élément absorbant, c'est-à-dire qu'il croît extrêmement vite avec ce nombre. De là vient la puissance d'analyse du radiodiagnostic.

Nous ne ferons ici que rappeler l'importance industrielle de ce procédé au point de vue de la recherche de l'homogénéité de substances diverses : bois, mica, graphite, alliages, pièces moulées, soudures autogènes, etc...

Cette radiométallographie s'est effectuée jusqu'ici surtout par

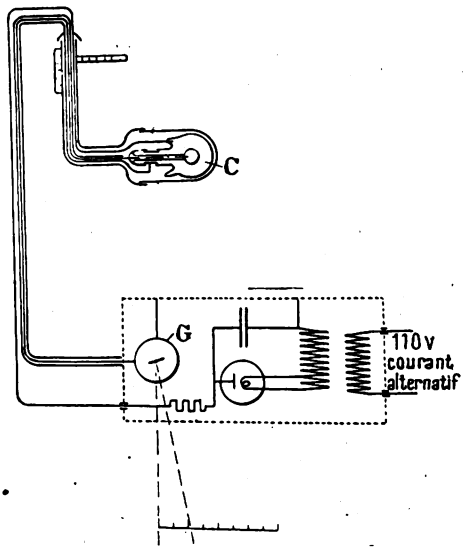


Fig. 1. — Dosimètre à rayons X à lecture directe.

des procédés radioscopiques ou radiographiques. Or les premiers ne sont pas toujours d'une application facile lorsqu'il s'agit d'examiner des pièces moulées d'une forme compliquée et les seconds sont lents et coûteux. Il semble que, dans bien des cas, un procédé d'*auscultation* à indications instantanées, exécutée en promenant dans la pièce examinée un explorateur sensible, permettrait de gagner du temps dans la recherche de soufflures ou de défauts de fabrication. Nous avons, à cet effet, étudié un dosimètre à lecture directe (1) qui permet un tel examen par une simple lecture galvanométrique. Cet appareil (voir fig. 1) se compose essentiel-

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 887.

Digitized by Google

lement d'une très petite chambre d'ionisation en verre C, scellée après remplissage par le plus absorbant des gaz rares, le xénon. Un potentiel constant, de l'ordre du kilovolt, est continuellement appliqué sur l'une des électrodes, soit au moyen d'une batterie de piles sèches, soit mieux, au moyen du petit groupe redresseur figuré qui fonctionne sur tout réseau à courant alternatif. L'ampoule est enfermée à l'extrémité d'une « canne dosimétrique » en aluminium, à la manière d'une soudure pyroélectrique, et reliée à un robuste galvanomètre G. Celui-ci indique à tout instant l'intensité du rayonnement là où se trouve l'explorateur. Ses indications sont instantanées et l'appareil est tout particulièrement conçu pour fonctionner avec des rayons X pénétrants.

Mais cet appareil permet de faire mieux encore qu'un simple examen qualitatif d'homogénéité. Il permet un contrôle quantitatif, durant leur fabrication, de nombreuses substances. Dans le cas de métaux purs ou d'alliages, il suffit de faire défiler, entre la source et l'explorateur, des éprouvettes d'épaisseur normalisée pour vérifier immédiatement la constance de leur nature. Considérons, par exemple, le cas de l'aluminium commercial. Si nous utilisons le rayonnement issu d'un tube Coolidge fonctionnant sous 100 kilovolts, filtré de manière à ce qu'il possède la longueur d'onde effective 0,20 angstrœm et qu'il donne, au galvanomètre, une élongation de 200 millimètres, une éprouvette d'aluminium pur de 10 millimètres d'épaisseur réduira cette déviation à 103 mm. Si l'aluminium contient 1 pour 100 de fer, elle sera de 102 mm. Avec 2 pour 100 de ce métal, elle ne sera plus que 101 mm et ainsi de suite. Des quantités beaucoup plus petites d'éléments plus lourds comme du molybdène ou du tungstène dans un acier seraient instantanément reconnues de cette manière, la lecture galvanométrique pouvant se faire au quart de millimètre près avec une source de rayonnement suffisamment constante. Il est enfin possible d'accroître considérablement la sensibilité du dispositif en utilisant avec un galvanomètre plus sensible une méthode de zéro permettant d'éliminer l'effet du manque de constance de la source.

Nous avons eu l'occasion d'expérimenter cette méthode dans le cas suivant : Un industriel fabriquant un composé organique d'un emploi répandu et voulant le différencier de matières similaires ou d'imitations, introduisit une petite quantité d'un oxyde lourd dans la substance. Un faible pourcentage suffit à caractériser le

Digitized by Google

produit d'origine en comparant au dosimètre l'opacité d'échantillons de même épaisseur.

La mesure de l'opacité permet aussi l'identification rapide d'un corps inaccessible, placé dans un tube à vide, par exemple. Il est ainsi possible de déterminer la nature du métal de la plaque d'une lampe triode ou celle des agglomérés minéraux qui servent parfois au maintien et à l'isolement des électrodes.

Cet appareil peut également permettre de suivre, dans un fractionnement physique ou chimique, un élément lourd, gazeux ou dissous qu'il s'agit de séparer d'éléments plus légers. Il suffit alors d'opérer sous des pressions ou concentrations connues et dans des cuves transparentes d'épaisseur constante. En utilisant un électromètre pour la mesure et en employant une méthode de zéro, M. Delaunay a pu, au laboratoire de M. Urbain, réaliser ainsi de véritables dosages quantitatifs d'une grande précision. Dans le cas d'une solution contenant plusieurs éléments connus à des degrés de concentration inconnus, l'opacité, mesurée pour diverses longueurs d'ondes effectives connues, permet la résolution des équations d'absorption. Ces méthodes paraissent applicables dans l'industrie chimique et, en particulier, au cérium, au thorium, aux terres et aux gaz rares, etc.

II. Procédés basés sur la diffraction.

a) Analyse spectrale. — L'analyse chimique qualitative par l'étude du spectre de rayons X de la substance est née de la découverte par Moseley, en 1913, de la loi du déplacement des repères spectraux caractéristiques en fonction du nombre atomique des éléments. D'après cette loi, le carré de la fréquence d'une limite d'absorption ou d'une radiation caractéristique est proportionnel au nombre atomique. Il en résulte que les repères non encore mesurés peuvent être prévus théoriquement de même que ceux caractérisant les cinq éléments encore inconnus. Les repères spectraux étant de deux sortes, il en résulte deux méthodes d'analyse : 1° par absorption; 2° par émission.

1° *Méthode par absorption.* — Celle-ci est de beaucoup la plus simple, car elle ne nécessite qu'une source de rayons X qui peut être quelconque et n'a même pas besoin d'être constante, et d'un spectrographe à cristal (de préférence de sel gemme) tournant ou oscillant, qui peut être simplement improvisé au moyen d'un

Digitized by Google

goniomètre. Elle consiste à disposer la substance, autant que possible à l'état pulvérulent (pour éviter l'action absorbante du solvant), sur le trajet des rayons, entre la source et le cristal. L'écran absorbant peut être obtenu, par exemple, en trempant une feuille de papier à filtrer dans une solution concentrée du produit ou en étalant celui-ci sous forme de pâte à sa surface. A titre d'exemple, indiquons qu'il suffit de déposer 5 milligrammes de nitrate d'uranyle par centimètre carré pour obtenir un très bon spectre d'absorption L de l'uranium. Comme l'écran peut être disposé sur la fente collimatrice, la quantité de matière nécessaire à l'analyse ne dépasse pas 1 milligramme et celle-ci n'est détériorée en aucune façon.

Dans le cas d'une solution saline, la sensibilité est un peu diminuée par l'absorption exercée par le solvant. Néanmoins, dans le cas d'une solution aqueuse de $BaCl^2$, M. de Broglie a montré

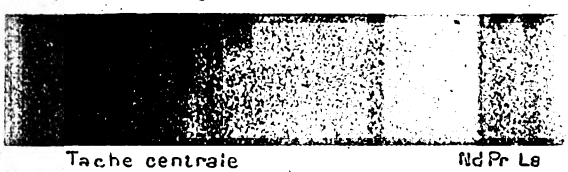


Fig. 2. — Spectre d'absorption K d'un mélange de terres rares. Les raies d'émission représentent le spectre K du tungstène de l'anticathode. Le mélange se composait de néodyne, de praséodyme et de lanthane (M. de Broglie).

que le baryum pouvait encore être reconnu à la concentration limite de un millième.

Cette méthode est applicable à tous les éléments plus lourds que les métaux du groupe du fer, qui sont de préférence caractérisés par leur bande d'absorption K, unique et d'une interprétation très simple. Cette bande se découpe dans le spectre continu émis par l'anticathode qui, dans le cas extrême de l'uranium, doit être bombardée sous une tension maximum de 150 kv. Les éléments lourds peuvent aussi être décelés par leur bande L_1 et, en ce cas, une tension de 50 kv suffit. A titre d'exemple, la figure 2 représente le spectre d'absorption K d'un mélange de terres rares obtenu par M. de Broglie.

2° *Méthode par émission.* — La méthode du spectre d'émission consiste à déposer la matière à analyser sur l'anticathode d'un tube spécial et démontable. Elle nécessite, par conséquent, un

Digitized by Google

appareillage beaucoup plus délicat et elle est d'une technique plus complexe que la précédente, mais elle est susceptible d'une sensibilité considérablement plus grande.

Dans le cas d'un mélange un peu complexe analysé par absorption, les diverses bandes se « voilent » en effet mutuellement. Au contraire, dans le spectre d'émission, chaque élément apparaît de la même manière, *quelle que soit la liaison chimique dans*

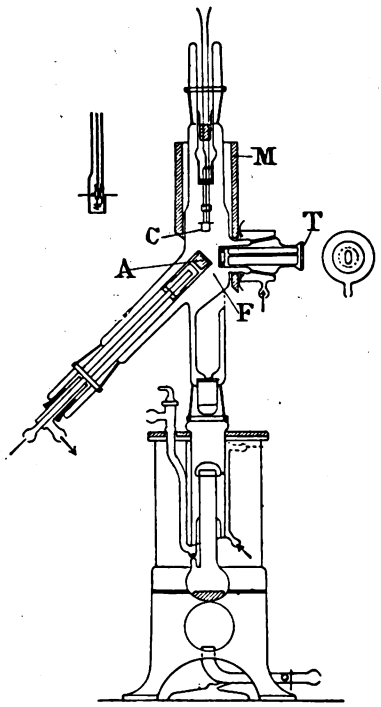


Fig. 3. — Appareillage en silice pour l'analyse chimique par le spectre Rœntgen d'émission. C est la cathode incandescente isolée, A, le bouchon anticathodique interchangeable de fer qui reçoit la préparation ; F, la fente collimatrice ; T, la fenêtre transparente de cellophane ; M, un tube protecteur en verre au plomb.

laquelle il est engagé et exactement selon sa concentration. Cette propriété unique en fait un mode d'analyse absolu très supérieur à la spectrographie visible ou ultra-violette pour laquelle les lois d'émission sont complexes et les éléments n'apparaissent qu'à partir d'une concentration minimum, souvent très élevée, comme c'est le cas pour le thorium ou l'uranium.

La figure 3 représente l'appareillage que nous avons construit dans ce but et qui peut servir également à l'analyse cristalline et

Digitized by Google

à l'étude des spectres de rayons X des éléments. Il se compose d'un tube démontable en silice muni d'une cathode incandescente linéaire et d'une fenêtre transparente en cellophane. L'anticathode reçoit des bouchons métalliques interchangeables sur lesquels est disposée la préparation à étudier. Elle est refroidie par une circulation d'huile ou d'eau. Le tube est vidé par la pompe à condensation, également en silice, renfermée dans le socle-support de l'appareil. Cette pompe peut être à un ou plusieurs étages. La pompe préliminaire est une pompe mécanique à huile. Il est inutile de condenser la vapeur de mercure.

Il est nécessaire que les substances que l'on désire examiner par cette méthode ne soient ni trop fusibles, ni humides. On uti-

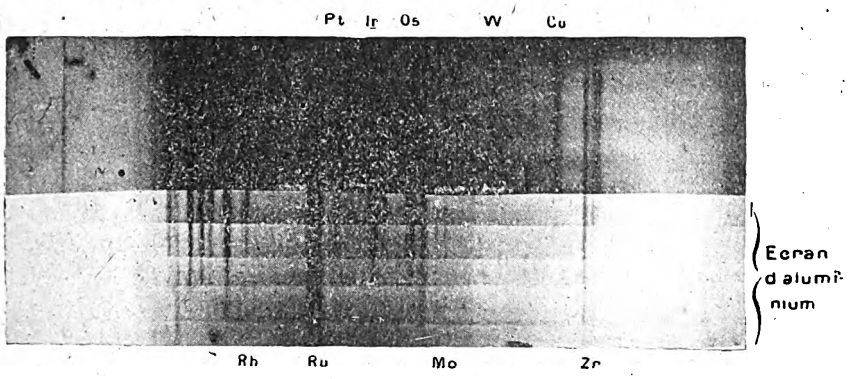


Fig. 4. — Analyse d'un osmiure d'iridium naturel. Les écrans d'aluminium servent à distinguer les raies K en second ordre qui sont pénétrantes des raies L absorbables. Les éléments sont désignés par leurs raies homologues K , ou L , dont les intensités respectives indiquent les concentrations relatives.

lise, en général, des oxydes qu'il suffit de comprimer à la presse dans une cavité appropriée pratiquée à la surface du bouchon anticathodique. On calcine ensuite le tout, on visse l'anticathode et on vide le tube. On peut commencer la pose au bout d'une dizaine de minutes d'évacuation. Ces matières supportent quelques watts par millimètre carré; ce qui, sous une tension — de préférence constante — de 40 kv, correspond à un débit dépassant rarement 0,7 milliampère.

Avec un appareillage de ce genre, combiné avec un spectrographe à hydrogène, on peut déceler tous les éléments plus lourds que le titane par leur série K jusqu'à l'iode, et par leurs raies L au delà. La méthode est particulièrement précieuse pour l'analyse des terres rares, des éléments du groupe du pla-

Digitized by Google

tine, auxquels cas tout élément, quel qu'il soit, est décelable dès que sa concentration atteint le vingt-millième. Elle est particulièrement applicable à la recherche rapide des métaux spéciaux dans les aciers : le titane, le vanadium, les métaux ferreux, le molybdène, le tungstène et l'uranium sont ainsi décelés, même à l'état de traces, avec la plus grande facilité. Au contraire, la méthode ne convient pas pour la recherche du carbone, du silicium, du soufre, du phosphore, éléments légers qui ne peuvent être identifiés spectrographiquement que par la méthode du spectre d'étincelle.

Les figures 4, 5 et 6 montrent quelques exemples d'analyses

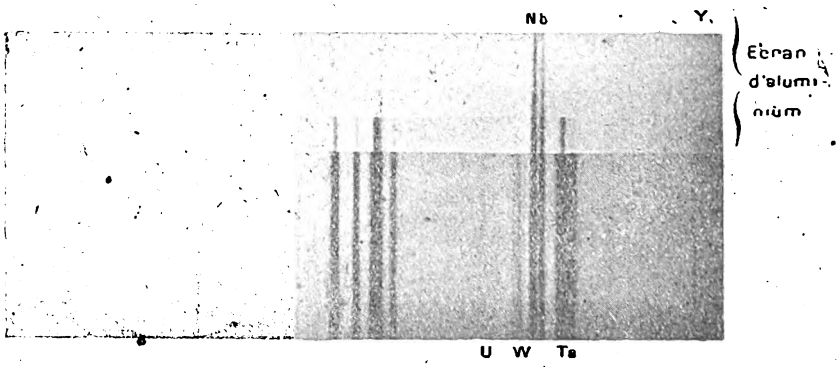


Fig. 5. — Analyse d'un minerai de niobium et de tantale montrant la présence d'uranium et d'yttrium. Le tungstène provient de l'évaporation du filament cathodique.

effectuées avec cet appareillage avec des quantités de matière ne dépassant pas quelques milligrammes.

b) Analyse cristalline. — Les procédés de l'analyse cristalline se ramènent à deux catégories distinctes :

1° La méthode de Laue qui utilise un cristal unique et un rayonnement hétérogène;

2° La méthode Hull-Debye, qui utilise des poudres cristallines et des rayons monochromatiques.

La seconde a une importance pratique beaucoup plus grande que la première, mais elle exige un tube spécial, le plus souvent scellé, permettant d'obtenir, par filtration sélective, des rayons monochromatiques. De nombreuses variantes de ces méthodes ont été proposées qui ont pris peu à peu une importance industrielle considérable. Davey, de la General Electric C°, a étudié un appareillage utilisant la méthode de Hull, qui peut être uti-

Digitized by Google

lisé industriellement pour l'identification des matières cristallisées par leur spectre de diffraction. C'est, en réalité, une véritable méthode d'analyse chimique applicable aux mélanges comme aux composés définis.

Les travaux de Bragg sur la structure cristalline du carbone sont également d'un grand intérêt pratique. Ce savant a montré que dans le diamant, les atomes de carbone étaient liés les uns aux autres par des valences d'égale force suivant une symétrie tétraédrique, ce qui donne à ce corps une cohésion extraordinaire et en fait le plus dur cristal connu. Dans le graphite, au contraire, 3 liaisons sont également fortes suivant les plans de clivage, tandis que la 4e normale aux précédentes est très faible.

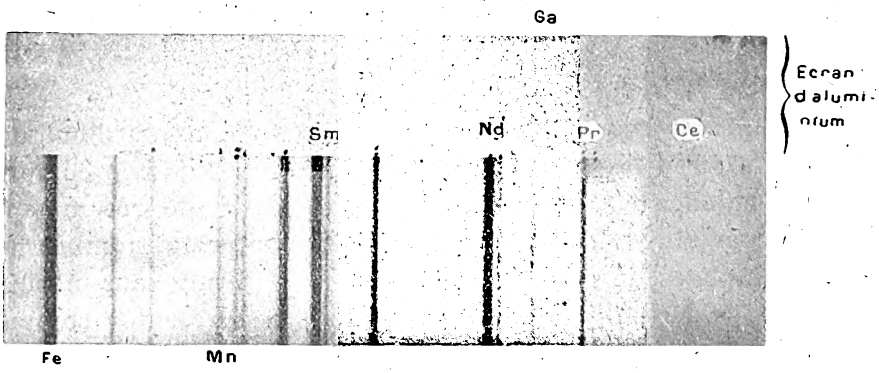


Fig. 6. — Analyse d'un mélange de terres rares, montrant la présence de samarium, de néodyme, de praséodyme, de cérium et de gallium. Le fer et le manganèse proviennent du bouchon anticathodique.

Le cristal n'est donc tenace que suivant deux dimensions, ce qui en fait un lubrifiant parfait.

La méthode de Hull semble même, dans certains cas, applicable à la différenciation des composés organiques. Müller a montré que les divers acides gras orientés donnaient par réflexion, des clichés caractéristiques qui peuvent être plus simplement obtenus par transmission.

Le cliché de la figure 7, obtenu par M. Trillat avec l'appareillage de la figure 3, montre ainsi un système central d'anneaux caractéristiques de l'acide palmitique dont la présence peut également se reconnaître dans un mélange des divers acides gras.

Ces méthodes ont aussi, durant ces dernières années, été appliquées à l'étude des métaux. Elles ont permis, en particulier,

Digitized by Google

l'étude du changement de structure du tungstène étiré qui constitue les filaments des lampes à incandescence et ont montré qu'une torsade de fils fins, provenant de l'étirage d'une poudre agglomérée, se transformait, à haute température, en un cristal unique de grandes dimensions, ce qui explique la fragilité des filaments recuits. De nombreux alliages ont également été examinés au point de vue de leur structure cristalline et des modifications qu'elle subit sous des influences physiques variées telles que le recuit, la trempe, le laminage, l'écrouissage, etc...

Citons encore les travaux de Nishikawa et de Ono sur l'analyse de la structure des matières fibreuses telles que le bambou, ou granuleuses comme le talc, le marbre, etc...

Examen des perles.

Le commerce des perles fines, qui représente aujourd'hui un chiffre d'affaires assez important pour entrer en ligne de compte dans la balance commerciale de la France. a été récemment perturbé par l'introduction sur le marché d'un grand nombre de perles complètes de culture provenant de la ferme sous-marine japonaise de M. Mikimoto. Ces produits sont présentés comme des perles fines et en ont tous les caractères extérieurs; mais les avis des zoologistes les plus éminents et des experts les plus avertis sont partagés quant à l'application de ce qualificatif de « fines » et cette controverse, qui est de première importance au point de vue commercial, a eu son écho dans la presse, dans l'opinion publique et jusque devant les tribunaux. La question paraît se ramener au fait que la présence d'un noyau de dimensions exagérées dans la perle cultivée peut gravement nuire à sa solidité et à sa durée. Or, il n'existait aucune méthode sûre permettant d'en reconnaître la présence ni d'en évaluer la taille, ce qui peut, par conséquent, favoriser la fraude.

Quoique M. Mikimoto ait montré qu'il était possible de cultiver des perles en l'absence de tout noyau solide et simplement en introduisant dans la méléagrine un petit sac perlier découpé dans l'épithélium palléal du manteau d'un autre mollusque, les perles obtenues de cette manière ont, en général, une forme irrégulière et présentent parfois une cavité interne qui pourrait être décelée par la mesure de la densité ou par la radiographie.

Digitized by Google

Aussi, les perles complètes de culture japonaise sont-elles toujours obtenues à partir de sphères de nacre.

La matière de la perle et la nacre, présentant la même nature chimique, ainsi qu'une densité et une élasticité très voisines, ne peuvent, en milieu clos, être distinguées par la radiographie, mais, la différence portant seulement sur leur structure, on pouvait penser que celle-ci pourrait être mise en évidence par les procédés de l'analyse cristalline employant les rayons X monochromatiques.

Nous avons fait l'expérience sur un lot de perles naturelles et cultivées, obligeamment mises à notre disposition par M. F. Ryziger, ainsi que sur des boutons de nacre. L'appareil utilisé

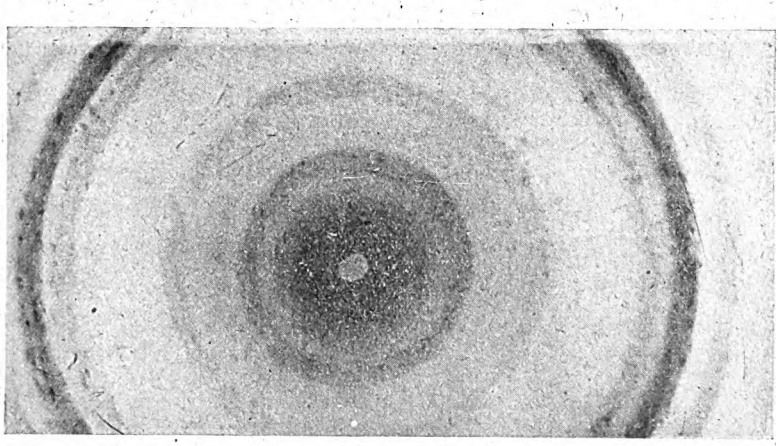


Fig. 7. — Analyse par la méthode de diffraction (par transmission) d'un acide gras orienté. Les anneaux centraux caractérisent l'acide palmitique (Rayons K du cuivre).

comporte le tube en quartz à anticathode interchangeable décrit plus haut. Sa fente collimatrice interne est remplacée, pour l'analyse cristalline, par un diaphragme de plomb percé d'un trou circulaire. En mettant en jeu une puissance d'un kilowatt sur une anticathode d'argent et en faisant usage d'un écran renforçateur, nous avons obtenu de fortes impressions en quelques heures, à travers les plus gros échantillons. Comme on pouvait s'y attendre a priori, la nacre donne des figures analogues à celles de Laue, quoique non dues à un spectre continu. La symétrie des taches (voy. fig. 8), un peu diffuses, est hexagonale lorsque les rayons se propagent normalement aux feuillets et apparemment quaternaire dans la direction perpendiculaire. Les per-

Digitized by Google

les naturelles parfaites donnent, au contraire, un système d'anneaux parfois fort nets sans aucune tache, tandis que les perles à noyau de nacre donnent à la fois les anneaux et les taches caractéristiques de deux sortes de structure. Il paraît probable que la comparaison des intensités des deux figures permettra

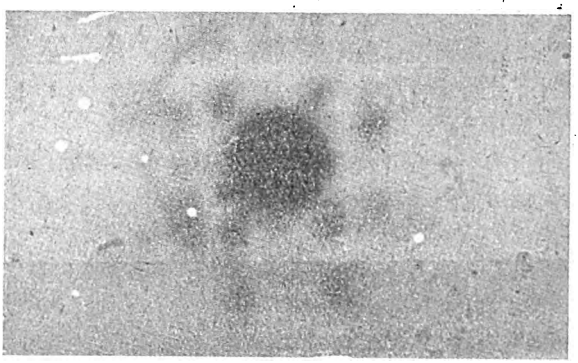


Fig. 8. — Nacre, incidence rasante.

l'appréciation de l'épaisseur de l'écorce perlière et, par conséquent, l'estimation de la véritable valeur des perles.

On sait que l'analyse chimique de la perle ou de la nacre mon-

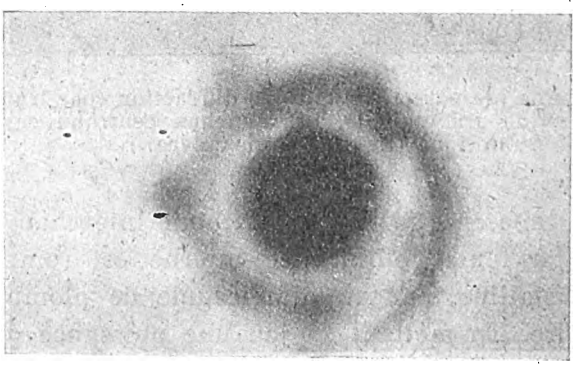


Fig. 8 bis. — Nacre, incidence normale.

tre la présence d'environ 90 pour 100 de carbonate de calcium, le reste étant constitué par le squelette de conchyoline et par de l'eau. Il était probable que la substance minérale y existait sous forme d'aragonite et des recherches complémentaires, poursuivies par M. Shaxby, ont confirmé cette opinion. Les résultats

Digitized by Google

fournis par les rayons X paraissent s'accorder parfaitement avec la théorie développée par M. Raphaël Dubois. Les cristaux d'aragonite, maclés sous une apparence pseudo-hexagonale, semblent remplir les alvéoles du véritable « nid d'abeilles » à

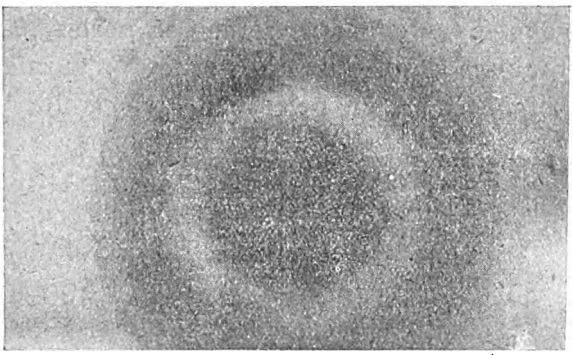


Fig. 8 ter. — Perle naturelle.

symétrie hexagonale formé par la conchyoline, ce réseau étant construit à l'échelle optique et donnant, par conséquent, nais-

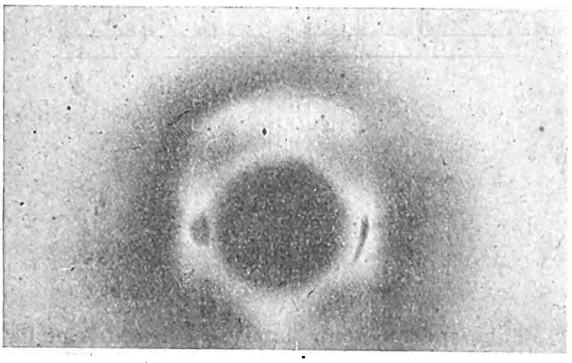


Fig. 8 quater. — Perle japonaise cultivée.

sance aux irisations interférentielles et aux aspects dits « nacrés » qui caractérisent ces substances.

Des essais ultérieurs (1) suivis de coupes et d'examens microsco-

(1) Dans le dernier de ces essais, contrôlé par l'Office national des Recherches et Inventions, un lot de 16 perles fourni par M. Pohl ayant été expertisé par cette méthode, nous avons pu formuler un diagnostic exact dans 15 cas, tandis que la méthode optique ne donnait qu'un faible pourcentage de succès.

Digitized by Google

piques ont montré que de nombreuses perles naturelles donnaient aussi un système de spots, quoique différent de celui de la nacre. Les coupes de ces échantillons ont montré que, dans ce cas, la perle naturelle contenait un gros noyau secondaire de la taille des noyaux introduits des perles japonaises, mais d'une structure rayonnée toute particulière. Ces perles, pas plus que les perles japonaises à faible écorce perlière, n'auraient supporté l'opération qui consiste à les peler pour renouveler leur surface

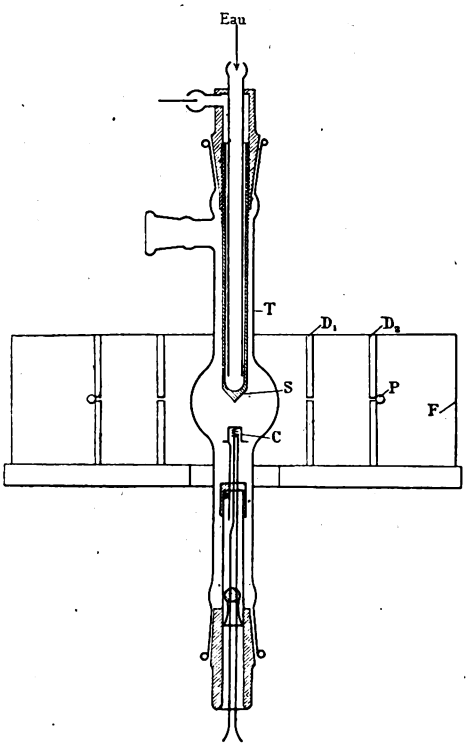


Fig. 9. — Tube spécial pour l'analyse cristalline et l'examen des perles.

altérée. Le commerce des perles semble donc posséder avec cette méthode un contrôle précis, laissant un document photographique certain de la véritable valeur de ces joyaux.

La figure 9 représente un tube spécial que nous avons établi pour l'analyse cristalline et pour l'examen des perles. Il se compose d'un tube en silice T comportant une cathode Coolidge C donnant un foyer punctiforme, sur le sommet S d'une anticathode conique d'argent. Deux diaphragmes cylindriques de plomb D_1 et D_2 entourent le tube. Les poudres cristallines ou

Digitized by Google

les perles P sont fixées sur les orifices délimitant les faisceaux radiaux de rayonnement. Un film circulaire F entoure le tout. Il est ainsi possible d'effectuer vingt analyses simultanées. Avec une puissance de 2 kilowatts sous 40 kv, les poses n'excèdent pas une demi-heure, grâce au pouvoir pénétrant élevé des rayons K de l'argent qui permettent l'emploi d'un écran renforçant environ cinq fois. Il serait, bien entendu, facile de réaliser un appareillage de ce type ne nécessitant pas de pompe à vide, par les moyens habituels de la technique et susceptible d'effectuer une soixantaine d'analyses simultanément.

Conclusions.

Nous espérons que cet exposé d'ensemble — quoique très succinct — des procédés d'analyse et de différenciation que l'on peut baser sur l'emploi des rayons X, aura suffi pour montrer aux industriels quels services ils peuvent en attendre. Voici douze ans déjà que la plupart de ces belles méthodes par diffraction sont connues, mais elles sont à peine sorties du laboratoire, car il n'existait pas jusqu'à ce jour de générateurs de rayons X et d'appareillages absolument mis au point. Grâce a l'invention du tube à cathode incandescente et du générateur a tension constante, on peut dire que la question est complètement résolue et qu'il est beaucoup plus facile de faire aujourd'hui une analyse spectrale par les rayons X qu'une analyse par le spectre d'étincelle. Il serait puéril de se laisser effrayer par la complication apparente de ces appareillages et le caractère nouveau de l'interprétation des résultats. Nous pensons que ces procédés ont devant eux un champ d'application immense et que, dans un avenir rapproché, les rayons X, conjointement avec l'examen optique, seront utilisés pour de très nombreux contrôles industriels.

Digitized by Google

COMMEMORATIONS

CÉLÉBRATION DU CENTENAIRE DE SADI CARNOT

Adresse présentée par M. FABRY, Professeur à la Sorbonne.

Alors que le Centenaire de l'Enonciation du principe de Carnot est passé complètement inaperçu en France, les quatre grandes sociétés d'ingénieurs américains, la Société américaine de Physique, la Société américaine de Chimie, les Universités de Columbia et de New-York, l'Institut polytechnique de Brooklyn, l'Union Pratt Institute et Cooper ont tenu à le commémorer. Elles se réunirent en séance commune le 4 décembre 1924, dans l'Auditorium du Palais des Sociétés d'ingénieurs, à New-York, sous la présidence de M. Durand, de l'Université de Stanford. En ouvrant la séance, le président rappela que les applications industrielles qui caractérisent la civilisation moderne dérivent toutes, directement ou indirectement, du principe de notre grand Sadi Carnot. Des adresses furent présentées par MM. Pupin, de l'Université de Columbia, Emmet de la General electric Company, Gripon, attaché naval à l'ambassade de France, et par notre collègue M. le professeur Fabry qui écrivit la lettre suivante :

Je regrette profondément de quitter les Etats-Unis quelques jours avant la célébration du Centenaire de la publication du livre de Carnot. Je ne connais aucun événement qui mérite davantage d'être commémoré. Généralement, la naissance ou la mort d'un savant ne constituent pas des dates importantes dans l'histoire de l'humanité ; il n'en est pas de même de la publication d'une découverte de premier ordre qui marque une nouvelle étape dans la science et ouvre une ère nouvelle.

Plusieurs découvertes fondamentales furent faites dans le courant du dix-neuvième siècle. Mais celle de Carnot donna à la science un tel essor qu'elle peut être considérée comme un événement unique dans l'histoire de la science. Certaines découvertes découlent logiquement des travaux antérieurs ; dans ce cas, le génie du savant anticipe seulement de quelques années sur le cours inévitable des idées. D'autres sont dues à un heureux hasard, à la suite de la mise en présence de certains éléments qui jusqu'alors n'avaient été étudiés que séparément. La découverte de Carnot n'appartient ni à l'une ni à l'autre de ces catégories. Elle ne doit rien au hasard. Quand elle fut publiée, elle était vraiment inattendue et si difficile à comprendre qu'elle faillit être perdue. En fait, c'est ce qui serait arrivé si elle n'avait bénéficié de la pieuse amitié de Clapeyron et de l'action perspicace de Lord Kelvin.

Digitized by Google

Il appartenait à un groupement d'ingénieurs comme le vôtre de commémorer cet événement. C'est, en effet, à un ingénieur que nous devons le principe de Carnot, une des lois fondamentales de la Science. Si nous parlons souvent du concours qu'apporte le savant à l'ingénieur, on a plus rarement l'occasion de mentionner l'aide apportée à la science par l'art de l'ingénieur. Par exemple, le développement de l'industrie électrique est la suite naturelle d'efforts désintéressés dans le domaine de la science pure, et si nous cherchons des précurseurs à Gramme et à Edison, les noms de Coulomb, Volta, Ampère, Faraday viennent tout naturellement à l'esprit. Ces hommes n'avaient aucune préoccupation pratique ; l'électricité est une science qui a donné naissance à une industrie. La thermodynamique, au contraire, est un don de l'industrie à la science.

Carnot, en effet, était avant tout un ingénieur, mais un ingénieur d'esprit contemplatif. Il avait prévu de loin l'importance que prendrait la machine à vapeur et le changement qu'elle apporterait dans la vie de l'homme ; son but était d'en améliorer le fonctionnement. Papin, Newcomen, Watt, Fulton et autres, dont il a suivi les traces, étaient comme lui des ingénieurs.

En terminant ce message, qu'il me soit permis d'exprimer à la « Engineering Foundation » l'émotion que je ressens devant l'hommage rendu à la mémoire de Carnot. Les hommes de science français, auxquels je me ferai un devoir de faire connaître cette manifestation, seront profondément touchés de la signification de cette coopération franco-américaine.

Digitized by Google

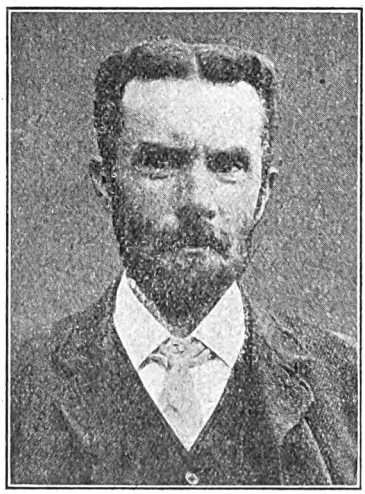
NOTICE SUR OLIVER HEAVISIDE

par M. J. BETHENOD

N. D. L. R. — Il n'a pas paru possible de laisser disparaître, sans saluer sa mémoire, un savant tel qu'Heaviside. Notre vice-président, M. Bethenod, qui était avec lui en correspondance suivie, a bien voulu se charger de ce devoir. Nous l'en remercions vivement, ainsi que M. Pomey, directeur de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes, qui a eu l'amabilité de nous prêter le cliché ci-dessous.

« The way of life is wonderful;
it is by renunciation. »
(« Electromagnetic Theorie », préface du volume III.)

Le 4 février 1925, à l'âge de 75 ans, Olivier Heaviside est mort des suites d'une chute d'échelle ; ainsi disparaît un des plus grands savants dont puisse s'enorgueillir la patrie de Newton. Pourtant, bien des ingénieurs électriciens qui utilisent chaque



jour les termes *impédance, inductance, réluctance,* etc., ignorent qu'ils furent créés, il y a quarante ans, par le cerveau si original d'Olivier Heaviside ; à certains même, sans doute, ce nom est complètement inconnu. La vie si retirée qu'il mena depuis 1874 qu'à sa mort, dans la petite ville de Torquay, a contribué sans doute à entretenir cette ignorance, mais l'œuvre d'Oliver Heaviside qui fut avant tout un mathématicien d'une originalité déconcertante n'a pu être appréciée complètement qu'à une époque relativement récente, grâce aux publications des Kenelly, Steinmetz, Pupin, etc., qui l'ont mise à la portée des ingénieurs. D'autres sont certainement plus qualifiés que moi pour analyser la

Digitized by Google

valeur exceptionnelle de cette œuvre, mais j'ai eu le bonheur d'échanger avec lui, pendant sept années, une correspondance assez volumineuse, au cours de laquelle je reçus un certain nombre de détails précis sur la carrière et la vie du grand savant ; j'ai pensé que la publication de quelques-uns des renseignements ainsi recueillis constituerait un hommage de plus à la mémoire d'Oliver Heaviside, en faisant ressortir l'admirable exemple d'une vie exclusivement consacrée à la science, exemple si rare dans l'histoire de l'humanité. Né à Londres en 1850, il fut, tout jeune encore, employé pendant quelque temps au service de la Great Northern Telegraph C°, à Newcastle on Tyne, où vivait alors son frère A.-W. Heaviside, lui-même ingénieur télégraphiste très distingué. Ce fut déjà pendant cette première période de sa vie qu'il commença à s'intéresser, d'une façon vraiment prodigieuse, à l'étude théorique des phénomènes électriques. Voici d'ailleurs en quelles circonstances mémorables cette irrésistible vocation se confirma :

« Je me souviens, m'écrivait-il le 24 février 1918, de mon premier coup d'œil sur le grand traité de Maxwell, quand j'étais jeune homme (1).

» Il n'existait alors aucune théorie compréhensive, quelques fragments (scraps) seulement ; je cherchais ma voie pour comprendre l'électricité au milieu d'une grande obscurité. Quand je vis sur la table de la librairie l'ouvrage, qui venait de paraître (1873), je me mis à le parcourir, et je fus étonné ! Je lus la préface et le dernier chapitre et quelques morceaux par ci par là ; je vis que cela était grand, plus grand et le plus grand (it was great, greater and greatest), avec de prodigieuses possibilités dans sa puissance. Je me commandai le livre sur-le-champ et me fixai au travail. J'étais très ignorant (2). Je n'avais aucune connaissance de l'analyse mathématique, ayant appris juste l'algèbre scolaire et la trigonométrie, que j'avais fortement oubliées, et ainsi me fut tracé mon travail. Cela me prit quelques années avant que j'eusse compris aussi bien que je le pouvais vraisemblablement. Je mis alors Maxwell

(1) Je traduis le texte anglais aussi litéralement que possible, de peur d'en altérer la pensée.

(2) En réalité O. Heaviside avait déjà publié quelques études en 1870, dès sa vingtième année.

Digitized by Google

» de côté et suivis ma propre voie. Et j'avançai beaucoup plus » vite. »

Les admirables travaux de O. Heaviside sont rassemblés dans deux séries de volumes : *Electrical Papers* édités en 1892, par Macmillan, et *Electromagnetic Theory*, édités par « The Electrician » ; les trois volumes de ce dernier ouvrage reproduisent d'ailleurs une longue série d'articles parus dans la revue d'Electricité en question, et sont consacrés aux travaux accomplis depuis 1891 jusqu'en 1912, époque à laquelle O. Heaviside semble avoir cessé toute publication. Je n'ai pas l'intention d'analyser ici, même très succinctement, les divers chapitres de ces ouvrages ; d'ailleurs, les volumes de *Electromagnetic Theory* ont été réimprimés par E. Bern et il est certain que, dans un avenir très prochain, ils auront leur place dans la bibliothèque de tous ceux qui s'intéressent à l'étude théorique de l'électricité.

Cependant, je ne peux résister au désir de rappeler en quelques mots le sujet des premières publications d'Oliver Heaviside. Elles furent rassemblées pour former les deux volumes de *Electrical Papers*, complètement épuisés depuis longtemps, dans les conditions suivantes précisées par une lettre du 11 décembre 1917 :

« La plus grande partie de mon lourd travail se trouve dans les *Electrical Papers*. Il fut démontré que je le publiais trop tôt. Je crois qu'environ 350 exemplaires furent vendus et 400 encore en feuillets furent soldés par les éditeurs à un chiffonnier. »

D'ailleurs, la plupart de ces derniers exemplaires furent revendus à l'éditeur de « The Electrician » qui les fit relier et un lot important fut expédié en Amérique.

Le premier article reproduit dans les *Electrical Papers* fut publié le 5 juillet 1872 dans *English Mechanic ;* il indique une méthode de comparaison des forces électromotrices, proposée également vers la même époque par E. Lacoine. Une réclamation de priorité fut d'ailleurs faite par O. Heaviside, dans le « Telegraphic Journal » du 15 mai 1873. Dans le « Philosophical Magazine » de février 1873 se trouve une étude très remarquable sur le meilleur arrangement du pont de Wheatstone pour mesurer une résistance déterminée avec un galvanomètre et une pile don-

Digitized by Google

nés. Mais sans m'arrêter à diverses publications effectuées avant 1883 à propos du télégraphe duplex, de la capacité électrostatique des fils aériens, etc., je mentionnerai une œuvre capitale publiée dans le « Philosophical Magazine » d'août 1876, sous le titre assez curieux : *On the extra current*. Dans cet article, la célèbre équation dite des télégraphistes, se trouve appliquée au cas du télégraphe.

La solution complète fut trouvée par O. Heaviside en s'inspirant des travaux de Fourier ; d'ailleurs, il établit l'équation en question en admettant l'existence de la capacité et de la self-induction par unité de longueur, sans d'ailleurs se soucier de la démontrer. Cette notion entièrement nouvelle devait quelques années plus tard faire progresser très rapidement la théorie de la propagation de l'électricité le long des fils, théorie ébauchée très imparfaitement en 1857 par Kirchhoff, en partant de la formule de Weber pour le calcul de la force électromotrice induite. Dans diverses publications ultérieures, O. Heaviside revient sur le sujet, mais la première application précise de l'équation des télégraphistes appliquée au téléphone à longue distance semble avoir été publiée le 23 juillet 1886 dans « The Electrician ». Le 3 juin 1887, dans le même journal, se trouve démontrée la fameuse condition de la ligne sans distorsion :

$$\frac{R}{L} = \frac{K}{S}.$$

Je rappellerai ici que dans « La Lumière électrique » du 23 juillet 1887, le grand savant français A. Vaschy, disparu si prématurément, établit l'équation des télégraphistes, dans l'ignorance des travaux de Kirchhoff et d'Heaviside. Il l'applique au cas du téléphone et calcule l'effet d'une section en câble souterrain intercalée sur une ligne aérienne, et celui des appareils transmetteur et récepteur ; d'ailleurs, dans les « Annales télégraphiques », de août-juillet 1884, p. 322, Vaschy avait déjà annoncé, sans malheureusement publier ses calculs, que la transmission téléphonique pouvait être notablement améliorée par l'intervention de la self-induction. Ainsi l'importante question de la téléphonie à longue distance a été l'objet de travaux indépendant et contemporains de la part de deux grands savants qui n'en retirèrent aucun profit matériel, en dépit de l'énorme intérêt pratique des résultats.

Digitized by Google

A l'époque où ces travaux furent publiés, la seule règle admise par les ingénieurs téléphonistes était celle proposée par W.-H. Preece qui négligeait complètement l'effet de la self-induction ; cette règle fut vivement critiquée par A. Vaschy et surtout par O. Heaviside, qui apporta à la discussion une âpreté justifiée par le dédain avec lequel les ingénieurs du Gouvernement anglais traitèrent ses propositions. En effet, non seulement, O. Heaviside avait compris complètement la théorie de la propagation des courants téléphoniques, mais il avait suggéré l'emploi de la limaille de fer agglomérée avec un isolant pour augmenter artificiellement la self-induction (voir notamment « The Electrician », 23 juillet 1887). D'ailleurs, il se considérait comme le véritable *inventeur* des dispositifs modernes appliqués à la charge des câbles téléphoniques, mais malheureusement il était trop en avance sur les techniciens de l'époque et, de plus, la question des brevets lui était complètement étrangère.

Un volume déjà important suffirait à peine pour l'analyse des travaux d'Heaviside, et j'espère qu'une telle publication sera entreprise dans un prochain avenir. On peut affirmer qu'en ce qui concerne la propagation des ondes électromagnétiques le long des fils et dans l'espace, tout se trouve déjà dit dans les *Electrical Papers* et dans *Electromagnetic Theory*.

D'ailleurs, même les théories électroniques modernes lui doivent leurs bases théoriques essentielles, établies dans une série d'articles, notamment dans celui paru dans le « Philosophical Magazine » d'avril 1889, à propos des effets électromagnétiques dus au mouvement d'une charge électrique. Tous ces travaux ont été accomplis à l'aide de méthodes d'analyse extrêmement personnelles qui classent leur auteur au rang des mathématiciens les plus illustres.

Certains des résultats ainsi obtenus peuvent du reste être employés avec avantage par les techniciens de l'électricité ; c'est par exemple le fameux théorème du développement (*Expansion theorem*) conduisant à la formule générale si remarquable :

$$i = \frac{e}{Z_0} + \Sigma \frac{e}{pZ'} \varepsilon^{pt},$$

qui donne, en régime variable, le courant i créé dans la branche d'un réseau soumis à l'action d'une force électromotrice constante e, Z étant *l'opérateur de résistance* exprimé en fonction

Digitized by Google

du symbole de dérivation p ou $\frac{d}{dt}$, Z_0 la valeur de Z pour $p=0$, Z' désignant le coefficient différentiel $\frac{dZ}{dp}$ et enfin la sommation s'étendant à toutes les racines de l'équation $Z=0$.

Ce théorème fut établi dans un article paru dans « *Philosophical Magazine* » de décembre 1887 ; il est reproduit sans démonstration dans le volume II de *Electromagnetic Theory*, page 127, et ceci a amené récemment divers auteurs à essayer d'en produire une preuve aussi rigoureuse que possible, en l'étendant en outre au cas où la force électromotrice appliquée est périodique (1).

A l'heure actuelle, les méthodes d'Heaviside se répandent de plus en plus, et même, grâce aux efforts de professeurs tels que le Dr E.-J. Berg de Schenectady, elles commencent à s'introduire dans l'enseignement. Il est donc certain que dans un avenir peu éloigné, elles deviendront familières à de nombreux électriciens et physiciens. En dépit de l'apparence parfois un peu rébarbative de ses calculs. O. Heaviside aimait à considérer les mathématiques comme un art et à répéter les sentences suivantes : « Mathematics is an experimental Science », « Rigorous Mathematics is narrow, Physical Mathematics bold and broad », etc...

Du reste, malgré ses aptitudes extraordinaires en mathématiques, O. Heaviside s'est attaché à résoudre certains problèmes d'ordre moins théorique et je rappellerai ici quelques articles trop généralement ignorés qui montrent toute l'étendue de son œuvre.

C'est d'abord une étude sur les générateurs de courant magnéto-électriques, parue dans le « Jour. Soc. Tel. Eng. » de juin 1881 et consacrée en fait à la théorie élémentaire des alternateurs. A la fin de cette étude, une note signale la publication du travail classique de J. Joubert, reproduit dans le numéro du 18 juin 1881 de « The Electrician », pendant l'impression de l'article

---

(1) Voici une bibliographie relative à ces études :
K. W. Wagner, *Archiv für Elektrotechnik*, 1916, Bands IV, p. 159.
J. R. Carson, *Physical Review*, septembre 1917, p. 217.
A. Press, *Revue générale de l'Electricité*, 9 novembre 1918, p. 691.
J. R. Carson, *Revue générale de l'Electricité*, 17 mai 1919, p. 715.
L. C. Cohen, *Journal of the Franklin Institute*, vol. 194, décembre 1922.
J. B. Pomey, *Revue générale de l'Electricité*, 19 mai 1923, p. 813.

Digitized by Google

d'Heaviside (1). Ainsi le nom de celui-ci se trouve associé une seconde fois à celui d'un grand savant français.

Dans le numéro du 10 février 1883 de « The Electrician », on trouve une étude fort approfondie sur la théorie du microphone et de la résistance des contacts en charbon ; elle montre que son auteur ne dédaignait pas les recherches expérimentales et avait conservé des occupations de sa première jeunesse un esprit d'observation tout à fait remarquable.

Dans la même revue, le 3 mai 1884, O. Heaviside s'attaque au problème des courants induits dans les masses et noyaux métalliques et le traite pour les cas les plus variés (c'est d'ailleurs dans cet article qu'est fait usage, pour la première fois, du mot impédance).

Le 11 février 1887, toujours dans la même revue, il fournit l'explication rigoureuse du rôle de l'aimant permanent dans le téléphone. Bien peu d'électriciens connaissent l'exacte orgine de cette explication, devenue pourtant classique depuis longtemps. Le nom d'Heaviside, qui n'était connu avant 1900 que de quelques rares mathématiciens et ingénieurs télégraphistes a, sans doute, été rendu populaire récemment parmi les radiotélégraphistes qui ont tous entendu parler de la fameuse couche aérienne d'Heaviside, dont la probabilité a donné lieu dernièrement encore à de nombreuses controverses. (L'hypothèse de l'existence d'une semblable couche a été émise en 1900.)

Mais en raison des travaux que je viens de rappeler sommairement, ce nom devrait être connu de tous les électriciens, même des praticiens.

Le style d'Heaviside était aussi original que son génie et la curieuse facture de ses écrits amusait, parmi les lecteurs de « The Electrician », même ceux qui ne possédaient pas les connaissances nécessaires pour les bien comprendre. Beaucoup des chapitres de ses lettres débutent par des historiettes parfois seulement amusantes, parfois parsemées de quelque amertume. Il aimait d'ailleurs la correspondance, sinon les visites ; c'est toujours avec une extrême admiration et un vif étonnement que je relis les lettres reçues de lui, écrites d'une petite écriture fine

(1) L'étude de M. Joubert fait l'objet de trois notes communiquées à l'Académie des Sciences les 26 juillet, 6 et 13 septembre 1880. Elle est résumée dans *La Lumière électrique*, du 1er octobre 1880.

Digitized by Google

et serrée, tantôt très nette, tantôt visiblement déformée par la maladie ; car sa santé était précaire, et il ne put atteindre un âge aussi avancé qu'en menant une vie de véritable ermite.

Tous les sujets lui étaient familiers et il excellait à conter des anecdotes ; sa culture générale était certainement exceptionnelle. Immédiatement après l'armistice, il avait sur la paix à conclure des idées dont la justesse a été largement démontrée depuis les événements.

Il vivait complètement isolé et de façon très modeste, ne recevant que de très rares visites, faisant sa cuisine lui-même et s'occupant des soins du ménage.

Ce fut malheureusement, sans doute, au cours de cette dernière occupation qu'il fit la chute dont il est mort.

Avant de mourir il eut, par bonheur, la certitude que son œuvre considérable était enfin appréciée comme il convient et pendant les trois ou quatre dernières années de sa vie, il put acquérir la conviction que son nom deviendrait immortel.

Digitized by Google

INFORMATIONS
DE LA SOCIETE FRANCAISE DES ELECTRICIENS

1° PRINCIPALES DÉCISIONS DU BUREAU ET DU COMITÉ EN 1925

Le Comité, réuni le 4 mars 1925 pour prendre les mesures nécessitées par le décès imprévu du Président de la Société, le professeur Broca, a décidé que conformément à un précédent déjà établi, les fonctions de la présidence seraient assumées jusqu'à la séance du 2 janvier 1926 par l'un des vice-présidents.

Au cours de la même séance, il a nommé sous-directeur honoraire du Laboratoire central d'Electricité, M. Durand, qui y a exercé pendant de longues années les fonctions de sous-directeur.

Dans sa séance du 18 mars 1925, le Bureau a, comme suite à la décision prise par le Comité, prié M. Lebaupin d'assumer les fonctions de Président jusqu'au 2 janvier 1926.

Il a décidé que, à partir de 1926, les numéros de téléphone pourraient être mentionnés sur l'annuaire, à la suite du nom de ceux des membres qui en feraient la demande.

2° ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU GROUPE SUD-EST DE LA SOCIÉTÉ

Le 11 mars 1925, s'est tenue à Lyon sous la présidence de M. le professeur Rigollot, l'assemblée générale annuelle du groupe du Sud-Est.

Le trésorier a présenté les comptes qui font ressortir à la fin de la première année, un actif de 4 000 francs, après paiement des frais de constitution, des frais généraux et des frais de réception du groupe « étudiants » de l'Institution des ingénieurs anglais.

Le secrétaire général a lu ensuite le rapport du Comité qui relate les conférences faites au cours de l'année, la participation du Groupe à la Quinzaine d'Electrification rurale, la création d'une

Digitized by Google

bourse de voyage de 1 000 francs en faveur d'un étudiant de l'Institut polytechnique de Grenoble, enfin l'organisation d'un Congrès des Electriciens, à Grenoble, les 10 et 11 juillet 1925.

Le rapport se terminait par un hommage ému adressé à la mémoire de notre regretté Président.

Le délégué général de la Société s'est associé à cet hommage et a remercié les membres du groupe de tout ce qu'ils avaient déjà fait pour le développement de notre Société.

M. Dumont a ensuite présenté une communication très intéressante et très documentée sur *les câbles téléphoniques à longue distance* et montré l'avance que, dans ce domaine, la France avait laissé prendre sur elle par ses concurrents.

A la suite de l'assemblée générale, le Comité a procédé au renouvellement de son Bureau. M. Rigollot ayant insisté pour que son mandat ne lui fût pas renouvelé a été nommé Président d'honneur. M. Barbillion, directeur de l'Institut polytechnique de Grenoble a été élu président pour l'exercice 1925-1926 et M. Boutan, administrateur-délégué de la Compagnie du gaz de Lyon, président pour l'exercice 1927.

Les mandats suivants ont été renouvelés :

Vice-présidents : MM. Berne et Viel.

Trésorier : M. d'Aubenton Carafa.

Secrétaire général : M. Dumont.

Secrétaire général adjoint : M. Rivière.

3° INAUGURATION DE L'INSTALLATION A 600 000 VOLTS DES ÉTABLISSEMENTS GAIFFE-GALLOT ET PILON

Le lundi 9 mars 1925, ces célèbres établissements, qui ont toujours tenu notre Société au courant de leurs travaux les plus récents, avaient convié ses membres à l'inauguration de leur nouvelle installation à 600 000 volts. Nous leur en exprimons ici notre très vive reconnaissance.

4° VISITE A LA SOUS-STATION AUTOMATIQUE DE LA SOCIÉTÉ DE TRANSPORTS EN COMMUN

Le jeudi 19 mars, MM. Bacqueyrisse et Péridier, assistés de MM. Lartigue et de Saint-Germain de la Compagnie Thomson-Houston, faisaient à nos membres les honneurs de la sous-station

Digitized by Google

du dépôt de Sèvres, récemment installée par cette dernière Compagnie.

Ils firent fonctionner sous nos yeux, avec un plein succès, les dispositifs divers qui permettent d'exécuter et de contrôler à distance les opérations suivantes : fixation de l'ordre de mise en route de deux machines, la deuxième ne démarrant qu'en cas de surcharge de la première qui reste continuellement en marche ; mise en route et arrêt de la première machine ; préparation de la mise en route et de l'arrêt de la deuxième machine ; fermeture et ouverture des interrupteurs et disjoncteurs.

D'autres dispositifs permettent de contrôler à distance l'ouverture automatique des interrupteurs et disjoncteurs ; le début de la mise en route ; l'élévation de température des transformateurs ; l'arrêt des machines en cas de dérangement.

Tous ces appareils, basés sur les mêmes principes que ceux de la téléphonie automatique ont été installés à titre d'essai. Ils donnent, jusqu'à ce jour, pleine satisfaction. Rappelons que la question des stations automatiques sera traitée, sous son aspect le plus général, au cours de la semaine de discussion d'octobre, par M. Péridier.

Nous remercions très vivement, au nom des visiteurs, les ingénieurs des deux sociétés qui ont bien voulu nous consacrer quelques heures précieuses.

5° LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL EN NORVÈGE : LA NOUVELLE STATION DE FORNEBO

La nouvelle grande station de Fornebo est terminée. Les essais officiels ont commencé le 16 février 1925 avec un plein succès et, dans peu de temps, l'exploitation régulière se poursuivra.

Ce poste, de construction française, est tout à fait moderne et peut rivaliser à tous les points de vue avec les meilleures stations du monde.

Il enregistre avec une absolue régularité, de jour comme de nuit, les radios émanant de tous les points du globe et spécialement de Buenos-Aires, Honolulu, Java, Tananarive, Saïgon, pour ne citer que les principaux.

La station de Fornebo est destinée à assurer le trafic qui passe actuellement par Stavanger.

Digitized by Google

6° CONCOURS D'APPAREILS AVERTISSEURS ET EXTINCTEURS D'INCENDIE

Organisé par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions

L'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions nous communique ce qui suit :

De récents sinistres ont appelé l'attention du public sur l'utilité de développer l'usage des appareils destinés à prévenir les incendies.

L'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, qui depuis longtemps s'est occupé de la question, a décidé d'organiser un concours d'avertisseurs, d'extincteurs à main ou automatiques, etc... avec le concours du Ministère des Travaux publics, de la Préfecture de la Seine, de la Préfecture de Police, des Sapeurs pompiers, du Syndicat des Compagnies d'assurances et de la Chambre syndicale, des Magasins et Galeries.

Les épreuves auxquelles seront soumis les appareils seront organisées de façon à se rapprocher le plus possible de la réalité et permettront d'apprécier exactement la valeur pratique des appareils présentés.

Les inscriptions seront reçues dès le 1er juin par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, 1, avenue du Maréchal-Gallieni, à Bellevue. L'Office enverra d'ailleurs le règlement du concours à toute personne désireuse d'y participer.

Extraits du règlement du concours d'appareils avertisseurs et extincteurs d'incendie, organisé par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions :

ARTICLE PREMIER. — Un concours d'appareils avertisseurs et extincteurs d'incendie est organisé par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions avec la collaboration du Ministère des Travaux publics, de la Préfecture de la Seine, de la Préfecture de police, du régiment des Sapeurs-pompiers de Paris, des Compagnies de chemins de fer, du Syndicat général des Compagnies d'assurances et de la Chambre syndicale des Magasins et Galeries.

ART. 2. — Tous les inventeurs et constructeurs d'appareils des-

Digitized by Google

tinés à la prévention du feu : avertisseurs, extincteurs, appareils à main, appareils automatiques, etc..., sont admis à se présenter.

ART. 3. — Les appareils présentés sont soumis à une série d'expériences devant un jury composé de personnalités spécialement compétentes.

ART. 4. — Les expériences seront faites au moyen de feux réels allumés dans un local choisi par le jury et dans lequel les concurrents devront, chacun à son tour, faire fonctionner leur appareil.

Une canalisation d'eau de 100 mm sera mise à la disposition des concurrents et ils pourront brancher sur cette canalisation les tuyauteries dont ils auront besoin.

Le courant électrique du secteur sera également à la disposition des concurrents dans l'immeuble soumis aux expériences.

ART. 5. — Les concurrents qui présenteront des appareils extincteurs d'incendie devront éteindre avec leurs propres moyens le feu qui aura été allumé à leur intention. Ceux qui présenteront des avertisseurs d'incendie devront recevoir l'alarme dans un poste de surveillance, situé à une distance qui sera fixée ultérieurement et qui sera de l'ordre de celle admise dans les grands magasins.

ART. 6. — Le jury se réserve d'interdire toutes manœuvres susceptibles d'être dangereuses pour les expérimentateurs ou les immeubles et de faire à tout moment pratiquer l'extinction du feu d'expérience, s'il juge que le concurrent n'agit pas efficacement sur celui-ci.

ART. 7. — Le jury rédigera un compte rendu des expériences et un rapport sur la valeur des divers appareils présentés, après en avoir étudié le fonctionnement. Ce rapport sera publié dans la revue de l'Office national « Recherches et Inventions ».

ART. 8. — Du fait de leur engagement, les concurrents s'engagent à se conformer aux instructions et décisions du jury qui demeure seul juge de toutes les difficultés que pourrait soulever l'application du présent règlement aux opérations du concours.

Les détails d'exécution des épreuves, tels que tirage au sort de l'ordre dans lequel les appareils seront présentés aux essais, heures des expériences, présence des ouvriers et représentants des concurrents, etc... seront déterminés par le jury.

ART. 9. — Les candidats au concours devront déposer leur demande d'inscription à l'Office national des Recherches et des Inventions, 1, avenue Maréchal-Gallieni, à Bellevue (S.-et-O.) à

Digitized by Google

partir du 1er juin 1925 en indiquant les caractéristiques générales du type d'appareil qu'ils désirent présenter.

A cette demande devra être jointe la somme de 200 fr par appareil, représentant le droit d'engagement au concours, destiné à couvrir les frais d'organisation des expériences. Les droits versés seront définitivement acquis à l'Office, même si les intéressés retirent ultérieurement leur engagement, sauf le cas de non admission au concours décidé par la Commission. En outre les frais de montage des appareils et de branchement sur les conduites d'eau et d'électricité seront à la charge des concurrents.

La description détaillée des appareils présentés et tous les renseignements techniques utiles devront parvenir à l'Office national des Recherches et des Inventions dans un délai maximum de deux mois après l'inscription. La Commission se réserve d'ailleurs la faculté de clore la liste des inscriptions à la date qu'elle décidera après le 1er juillet 1925. En tout cas le droit d'inscription sera doublé à partir de cette date.

ART. 10. — Les appareils devront être prêts à fonctionner pour les esasis à partir du 25 octobre 1925.

ART. 11. — Toutes les responsabilités civiles et pénales sont à la charge des concurrents à qui elles incombent totalement, étant bien entendu que l'Office national des Recherches et Inventions décline toutes responsabilités de quelque nature qu'elles soient.

Digitized by Google

TRAVAUX DES SECTIONS [1]

SOMMAIRE

1re Section. — 1° Lettre de M. Blondel au sujet de la méthode de Descoudres et de Miles Walker pour l'analyse des courbes de courant alternatif, p. 246. — 2° Conductibilité thermique des pièces magnétiques feuilletées, p. 247. — 3° Rupture du court-circuit aux bornes d'un alternateur, p. 247. — 4° Unification des moteurs électriques de puissances de 50 et 100 ch, p. 249.

2e Section. — 1° Emploi des lampes électriques portatives dans les mines, p. 250. — 2° Vie économique des lampes à incandescence, p. 250.

3e Section. — 1° Condensateurs électrolytiques, p. 251. — 2° Etude des fours électriques à résistance, p. 252. — 3° Four à 100 000 ampères, p. 253. — 4° Blanchiment des pâtes à papier par le chlore électrolytique, p. 253.

4e Section. — 1° Sous-stations automatiques américaines, p. 254. — 2° Sous-stations automatiques dans les exploitations de tramways et de voies ferrées d'intérêt local ; méthode d'essai des feeders avariés avant réenclenchement des disjoncteurs, p. 255.

5e Section. — La télégraphie de l'avenir (le télétype), p. 257.

6e Section. — 1° Méthodes d'épreuves psychotechniques ; leur emploi à la Société de Transports en commun de la Région parisienne et aux ateliers d'Eindhoven, p. 266. — 2° Détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur par la méthode de Violle, p. 268.

1re SECTION. — PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Président : M. Roth.

Séance du 6 février 1925. — 1° *Lettre de M. Blondel au sujet de la méthode de Descoudres et de Miles Walker pour l'analyse des courbes de courant alternatif.*

a) M. de la Gorce donne lecture d'une lettre par laquelle M. Blondel rappelle que c'est lui qui a créé cette méthode et qu'il l'a exposée dans l' « Industrie électrique » en 1893 ; *b*) que l'analyseur harmonique à résonance mécanique et à équipage simple a été réalisé dès 1913 et que, seul, l'appareil à équipages multiples est encore à l'étude.

---

(1) Tout membre de la Société française des Electriciens peut, en adressant une demande au Délégué général, 14, rue de Staël, être convoqué aux séances des Sections.

Digitized by Google

2° *Conductibilité thermique des pièces magnétiques feuilletées.* — M. Ehrmann a recherché, par une méthode analogue à celle de la pointe chaude utilisée en cristallographie, le rapport des conductibilités des tôles, d'une part dans leur plan, d'autre part, suivant une direction perpendiculaire. Il a trouvé, en apportant quelques modifications pratiques à la méthode classique, que ce rapport était égal à 54. Le degré de serrage des tôles a une grande influence sur la valeur ainsi trouvée. Il semble toutefois que l'on puisse admettre 50 comme valeur moyenne du rapport.

3° *Rupture du court-circuit aux bornes d'un alternateur.* — M. Fallou étudie les phénomènes qui prennent alors naissance dans les alternateurs : 1° sans amortisseur ; 2° avec amortisseur ; 3° avec régulateur automatique.

1° Il considère d'abord ce que devient le courant d'excitation et montre qu'au moment de la rupture ce courant J tombe à la valeur $\frac{N_1}{L_1} J$, N_1 étant l'inductance de fuites totales ramenée à l'inducteur, L_1 l'inductance totale de l'inducteur et $\frac{N_1}{L_1} = \sigma$ le coefficient de Blondel ; puisqu'il remonte à sa valeur normale plus ou moins vite suivant la grandeur de la constante de temps $T_1 = \frac{L_1}{R_1}$, R_1 étant la résistance de l'inducteur.

La loi du courant est une exponentielle pure si L_1 est constant, c'est-à-dire si le circuit magnétique ne se sature pas.

Il montre ensuite que la tension aux bornes de l'alternateur reprend sa valeur normale en suivant la même loi.

2° Quand il existe un amortisseur, de constante de temps T_2, la valeur de la tension aux bornes au moment de la coupure est encore $\sigma' J$, σ' étant le coefficient de fuites relatif au stator et ou rotor, J le courant d'excitation. Dans les premiers instants qui suivent, la tension monte plus rapidement que s'il n'y avait pas d'amortisseur ; le phénomène ne s'amortit ensuite qu'avec la constante de temps $T_1 + T_2$ et dure par suite plus longtemps que s'il n'y a pas d'amortisseur. Si l'alternateur se sature, il faut substituer à l'exponentielle une courbe rapidement ascendante. Sur un turboalternateur de Gennevilliers, la tension met près de 10 secondes à s'établir, comme le montre un oscillogramme présenté par l'auteur.

Digitized by Google

3° Si le champ de l'excitatrice est muni d'un régulateur automatique de tension (Tirrill), celui-ci tend à surexciter l'alternateur. Depuis le moment où la machine est en court-circuit jusqu'à celui où sa tension est un peu supérieure à la normale, la tension aux bornes de l'excitatrice est donc Kv au lieu de v ; le courant d'excitation part de $K\frac{N_1}{L_1}J$ et tend vers la valeur KJ qu'il atteindrait si les contacts du régulateur ne s'ouvraient pas.

Si, pendant la période du court-circuit, un régulateur automatique d'intensité contrebalance l'action du régulateur de tension jusqu'à l'ouverture du court-circuit, la tension aux bornes de l'excitatrice reste égale à v, mais dès la rupture il cesse d'agir ; sous l'influence unique du régulateur de tension, la tension aux bornes des inducteurs devient Kv et le courant d'excitation part de $\frac{N_1}{L_1}J$ pour tendre vers KJ. Dans un alternateur de constantes, $\frac{1}{T}=0{,}25$; $\frac{N}{L}=0{,}15$; $K=2$, la tension atteint 90 pour 100 de la valeur de régime :

En 8,6 secondes sans aucun régulateur ;

En 1,75 seconde avec régulateur de tension sans régulateur d'intensité ;

En 2,1 secondes avec régulateurs de tension et d'intensité.

M. Fallou tire, de ce qui précède, les conséquences suivantes :

1° Pour mesurer l'inductance de fuite N_1, il suffit de couper le court-circuit de l'alternateur excité par un courant J et de relever les premières oscillations de la tension aux bornes. La valeur efficace de la première oscillation correspond, sur la caractéristique à vide, à une excitation $\frac{N_1}{L_1}J$, d'où on tire immédiatement $\frac{N_1}{L_1}$.

Cette méthode est plus facile à interpréter que celle de la mise en court-circuit brusque, parce que le phénomène transitoire succédant à la coupure est beaucoup moins amorti que le courant de court-circuit instantané. De plus, la courbe enregistrée est symétrique par rapport à l'axe du tracé et la méthode ne présente aucun danger pour l'alternateur ;

2° M. Fallou montre, en calculant la surtension de coupure du court-circuit sur une ligne ayant une certaine capacité et en sup-

Digitized by Google

posant que les interrupteurs coupent le courant au moment où il passe par zéro, qu'il ne se produit pas de surtension à proprement parler.

3° La lenteur exagérée avec laquelle les grands alternateurs reprennent leur tension de régime après la coupure du court-circuit prive les génératrices de leur couple synchronisant au moment où il leur serait le plus utile. L'emploi de régulateurs automatiques de tension à action extra-rapide est déjà une amélioration considérable. Pour aller plus loin dans cette voie, il faudrait : ou couper les courts-circuits avant leur établissement, ce qui n'est guère possible si on veut conserver une sélection des relais de protection échelonnés sur le réseau ; ou diminuer la constante de temps des alternateurs au détriment de leur rendement, en laissant en série avec les pôles principaux une résistance fixe et en augmentant la résistance des amortisseurs, ce qui précipite l'établissement du régime stationnaire du court-circuit et active, après coupure, la remontée de la tension à sa valeur normale.

4° *Unification des moteurs électriques de puissances de* 50 *et* 100 *ch.* — M. Rieunier fait remarquer qu'il y aurait grand intérêt à unifier pour chaque fréquence et pour chaque puissance les carcasses des moteurs électriques, et il suggère aux constructeurs de se mettre d'accord sur deux dimensions en plan et sur trois dimensions en élévation ; soit : l'écartement des trous de fixation parallèlement et perpendiculairement à l'arbre, la hauteur d'axe, la distance de l'axe de la carcasse à l'extrémité de la poulie ; la longueur de la poulie. Il conviendrait, en outre, de se mettre d'accord sur les cotes du bout d'arbre, soit : longueur, diamètre, dimensions de la clavette, forme.

Cette unification pourrait être facilement étendue aux moteurs à courant continu dont les vitesses actuelles, voisines de 1 250 t:mn pourraient facilement être unifiées à 1 450 t:mn ou 960 t:mn, vitesses habituelles des moteurs asynchrones. L'unification serait d'ailleurs limitée à une puissance maxima, 50 ou 100 ch, sur laquelle les constructeurs auraient à se mettre d'accord.

Cette proposition suscite diverses observations, et les membres présents se demandent si les constructeurs seraient dès maintenant prêts à se mettre d'accord sur les puissances dont l'unification s'impose avant toutes autres.

Digitized by Google

2e SECTION. — ÉCLAIRAGE

Président : M. LEBAUPIN.

SÉANCE DU 23 FÉVRIER 1925. — 1° *Emploi des lampes électriques portatives dans les mines.* — Une note de M. Mathivet expose que l'emploi des lampes électriques portatives tend à se généraliser dans les mines. Dans un des types présentés, la source lumineuse, bien dégagée de la monture, peut en effet éclairer des espaces plus étendus que ne le fait une flamme qui s'écrase sous le tamis métallique. Le filament, large, réduit au minimum les ombres portées. L'écartement des montants concourt au même résultat. Toutes les parties de la monture atteintes par la lumière de la lampe sont profilées de manière à la réfléchir vers l'extérieur.

L'ampoule, type petite Edison, consomme 0,85 A-h et donne une intensité lumineuse de 1,5 à 2 bd. L'éclairement est notablement supérieur à celui donné par les lampes à benzine. Les inconvénients de ces lampes sont les suivants : 1° elles ne peuvent déceler la présence du grisou, ce qui a conduit l'Administration à imposer le maintien d'un certain nombre de lampes à flamme, d'où l'obligation d'une double lampisterie; 2° le poids d'une lampe atteint 3 kg.

2° *Vie économique des lampes à incandescence.* — M. Wetzel démontre que le consommateur a intérêt à pousser les lampes plus qu'elles ne le sont généralement. Pour un type de lampe donné, il existe entre sa vie et son rendement la relation :

$$H = H_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^{\alpha}.$$

H_0, H, vies correspondant aux rendements r_0, r. Le coefficient α peut être pris pratiquement égal à 7. Si l'on recherche la valeur de H pour laquelle la somme des dépenses d'énergie et de renouvellement des lampes est minimum, on trouve qu'elle correspond à la valeur 6 pour le rapport entre ces deux quantités. Si le prix du kilowatt-heure est de 0,85 fr, la durée optimum d'une lampe de 100 watts à milieu gazeux devrait, d'après cette règle, être de 600 heures et celle d'une lampe de 1 000 watts de 250 heures.

Ce résultat théorique doit d'ailleurs être modifié si on prend en considération la sujétion qu'impose un renouvellement trop fréquent des lampes.

Pour les lampes au carbone, par exemple, la vie économique serait inférieure à 100 heures. Il n'est pas moins certain qu'il serait

Digitized by Google

avantageux d'adopter des durées de vie différentes suivant les types de lampes, qu'il est antiéconomique de les faire fonctionner au-dessous de leur tension normale et que, pour l'intérêt du consommateur, la durée de vie admise est, en général, trop longue.

M. Varangot signale que les lampes les plus récemment fabriquées ne noircissent plus à l'usage. La cause la plus générale de la rupture du filament est sa brusque contraction à l'allumage.

Sur une question de M. le Président, M. Mariage indique que la variation maximum de tension chez l'abonné tolérée par le cahier des charges de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité est de 5 pour 100, en plus ou en moins, mais qu'en pratique les limites de réglage sont plus étroites.

M. Fourcault a effectivement constaté que, dans la plupart des secteurs parisiens de distribution, l'écart de part et d'autre de la tension normale ne dépasse pas 2 pour 100.

M. Bossu a installé des régulateurs sur lampes qui maintiennent la tension rigoureusement constante.

3e SECTION. — ÉLECTROCHIMIE, ÉLECTROMÉTALLURGIE

Président : M. CHAUMAT.

SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1925. — 1° *Condensateurs électrolytiques.* — M. Soulier rappelle que tout voltamètre peut constituer un condensateur de capacité considérable, à condition que la tension entre ses électrodes soit inférieure à une certaine limite, qui est de l'ordre de 1,6 volt dans les voltamètres à eau acidulée et à électrodes de platine. Au-dessus de cette limite, le condensateur est percé et il y a électrolyse.

Les études en vue des applications industrielles ont porté sur le choix du métal des électrodes et sur celui des électrolytes. Les métaux les plus intéressants pour la constitution des électrodes sont le magnésium, le tantale et, du point de vue économique, l'aluminium. M. Soulier a adopté pour électrodes des plaques de ce dernier métal et un électrolyte contenant une solution d'acide picrique. La tension limite a pu être ainsi portée à 400 v. Il a appliqué ces condensateurs aux électroaimants alimentés en courant alternatif. L'impédance de ces appareils croît beaucoup pendant le fonctionnement, ce qui réduit leur force attractive; l'emploi d'un condensateur électrolytique permet de faire varier cette impédance d'une façon importante.

Digitized by Google

Dans la période de formation du condensateur, qui dure de 20 à 30 minutes, lors de la première opération, et de 20 à 30 secondes lors des formations subséquentes, nécessaires après 4 ou 5 heures de repos, les plaques s'enrobent d'une gaîne gazeuse d'un demi-micron d'épaisseur, qui constitue le diélectrique. La capacité décroît quand la tension croît et la courbe de variation est sensiblement une hyperbole. Le rendement de ces condensateurs est voisin de 95 pour 100. Il passe à travers le diélectrique un faible courant de perte, que l'emploi d'un aluminium à 99,5 pour 100 permet de réduire considérablement. Le fait que le condensateur ne se forme qu'après quelques secondes présente l'avantage de n'apporter aucun changement brusque au fonctionnement du réseau. Pour empêcher l'établissement d'un court-circuit jusqu'à ce que la formation soit terminée, M. Soulier place en série sur le condensateur une bobine d'inductance. Quand le condensateur se forme, l'impédance totale diminue et la tension monte aux bornes de la bobine, qu'on met en court-circuit dès qu'on l'entend ronfler.

L'électrolyte à l'acide picrique dure plusieurs années dans les conditions normales. Sa viscosité a peu d'influence sur la capacité. M. Chaumat rappelle que Bichat et Blondlot ont signalé les premiers que la capacité d'un voltamètre à eau acidulée et à électrodes de platine de 10 cm² de surface pouvait atteindre 100 microfarads.

2° *Etude des fours électriques à résistance.* — M. Bergeon a établi, pour l'étude de ces fours, un diagramme qui permet de se rendre compte des conditions de leur fonctionnement et dont l'exactitude a été contrôlée par de nombreux essais. Il considère le four comme constitué d'une résistance (celle du mélange traité, des conducteurs et des électrodes) montée en série avec une self-inductance.

Il ressort de ce diagramme que la puissance d'un four est proportionnelle au carré de la tension, au produit $\sin\varphi \cos\varphi$ et inversement proportionnelle à la réactance. La puissance passe par un maximum pour $\varphi = 45°$; elle a alors pour valeur le demi-quotient du carré de la tension par la réactance. Un four ne doit d'ailleurs jamais fonctionner avec un facteur de puissance inférieur à 0,7. La réactance d'un four se déduit, par une formule simple, des valeurs mesurées de la puissance, de la tension et du

Digitized by Google

courant. Les mesures doivent être répétées à des régimes différents.

Le diagramme montre encore que le facteur de puissance varie avec la tension, la fréquence et la puissance absorbée et que, pour une puissance donnée, il croît avec la tension.

M. Bergeon étudiant ensuite comment varie la self-inductance, montre qu'elle est constante dans la partie sandwichée ; mais qu'elle varie dans la boucle suivant le régime, suivant l'usure des électrodes, suivant la nature des corps traités, suivant la forme du récipient de fer ou d'acier, suivant la distance existant entre les conducteurs et les corps traités. Il émet le vœu que la loi de ces variations fasse l'objet d'expériences systématiques. Les mesures sont généralement faites sur le primaire des transformateurs d'alimentation : or, ces appareils, généralement mal étudiés, absorbent à vide un courant magnétisant très important et leurs fuites magnétiques n'étant pas négligeables, le facteur de puissance peut être sensiblement différent au primaire et au secondaire.

M. Bergeon souhaite que la Société française des Electriciens étudie les conditions expérimentales qui pourraient servir de base à l'établissement d'un cahier des charges pour la réception de ces transformateurs.

Il a étudié un nouveau diagramme, dérivé de celui de Kapp et permettant de déduire les caractéristiques d'un four des lectures faites sur le primaire.

3° *Four à 100 000 ampères.* — M. Bergeon donne des renseignements sur ce four qui fonctionne à la Société électrométallurgique de Montricher. Sa puissance est de 5 000 kw, son facteur de puissance de 0,95. Il est à sole conductrice et l'électrode centrale, de 2,20 m de diamètre, est composée de 8 électrodes assemblées. Quatre transformateurs, symétriquement placés, alimentent des cercles distributeurs sandwichés concentriques au four ; les conducteurs d'alimentation s'en détachent radialement.

MM. Bergeon et Bunet veulent bien s'occuper d'établir un programme d'essai des conditions de fonctionnement des fours, programme qui sera communiqué aux autres Sections.

4° *Blanchiment des pâtes à papier par le chlore électrolytique.* — M. Bergeon signale que dans ce procédé (de Vairs), le chlore agit d'abord en autoclave et qu'on lessive ensuite. La matière traitée est l'alfa ou la paille.

Digitized by Google

4e SECTION. — GROS APPAREILLAGE, CANALISATION, TRACTION

Président : M. PARODI.

SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1925. — 1° *Sous-stations automatiques américaines.* — M. Langlois expose les constatations qu'il a faites à ce sujet en Amérique au cours d'un récent voyage. L'emploi de la sous-station automatique a permis de réaliser des réductions de personnel : un inspecteur suffit pour un ensemble de sous-stations ; d'autre part, cet emploi supprime les fausses manœuvres résultant de l'équipement manuel; le facteur d'utilisation est augmenté; on réalise des économies de cuivre grâce à la réduction des pertes par effet Joule. On peut ainsi supprimer des feeders dont le prix compense celui de la sous-station automatique supplémentaire. Il en résulte encore une réduction des accidents dus à l'électrolyse et une économie sur les bâtiments.

Ces installations sont, ou entièrement automatiques, ou commandées à distance ; les dernières permettant de bien répartir la charge sont mieux adaptées aux installations importantes.

Les sous-stations sont réalisées de deux manières : à une seule unité ou à deux unités, la deuxième unité pouvant être mise en service lorsque la charge augmente ; cette solution ne se justifie guère au point de vue économique, puisque les sous-stations automatiques peuvent être multipliées à volonté.

M. Langlois montre que l'appareillage peut s'adapter étroitement aux besoins. Il décrit les équipements adoptés par la Westinghouse et la G. E. C° ainsi que les divers relais et il insiste sur le fait que la protection du côté continu est la plus importante. Il termine par un historique sommaire des installations réalisées depuis 1912 et signale les équipements récemment réalisés aux Etats-Unis, en Afrique du Sud et au Maroc ; il ajoute qu'on entre actuellement dans la voie de la normalisation générale des équipements, ce qui permet à la G. E. C° d'avoir en stock des tableaux tout montés.

M. Parodi rappelle que la Western Electric C° emploie le sélecteur de dispatching et que la Westinghouse emploie le sélecteur de téléphonie automatique.

A une question de M. Bossu, M. Parodi répond qu'un système de contrôle permet de vérifier si un signal envoyé est bien arrivé, et M. Lartigue renvoie à ce sujet à un article de M. Fonfrède dans

Digitized by Google

la revue Electricité et Mécanique, n° 2 de septembre-octobre 1924.

Sur une remarque de M. Parodi, M. Langlois fait observer qu'actuellement le côté haute tension des sous-stations automatiques est commandé par un petit transformateur qui reste seul en permanence sous tension.

2° *Sous-stations automatiques dans les exploitations de tramways et de voies ferrées d'intérêt local. — Méthode d'essai des feeders avariés avant réenclenchement des disjoncteurs.* — M. Péridier rappelle que le seul document complet sur la question est le rapport de M. Sekutowicz. Il ne s'occupera que des sous-stations à commutatrices qu'il classe comme suit :

Sous-stations automates ;

Sous-stations à commande à distance ;

Sous-stations à commande manuelle ;

chaque type pouvant ou non être pourvu du contrôle à distance et les divers types pouvant être combinés entre eux.

Il rappelle que les premières applications faites en Amérique remontent à 1913 ; les premières sous-stations ont été purement automates, mais actuellement une préférence de plus en plus marquée se porte sur les sous-stations semi-automates avec commande à distance.

Il classe les divers équipements automatiques : en équipements avec et sans contrôleur, les équipements automatiques pouvant, eux-mêmes, être rangés en deux catégories suivant que l'automaticité est asservie à la demande de puissance ou asservie suivant le temps.

La commande à distance peut se faire par fils indépendants ou par fils en nombre limité. Le dernier système est le seul applicable industriellement.

Dans l'avenir on peut envisager en outre la commande par les lignes de contact des réseaux de traction ou la commande par ondes hertziennes.

M. Péridier rappelle ensuite les schémas types employés ; il montre que malgré l'intérêt qu'elle peut présenter, l'interconnexion des lignes de traction est actuellement difficilement réalisable. Il expose les inconvénients de la protection par résistances des feeders et des sous-stations.

Le dernier Congrès de l'American Electric Railway Association accuse une réaction contre la faveur dont cette disposition avait

Digitized by Google

jusque-là bénéficié aux Etats-Unis. Dans l'exploitation des réseaux urbains, les équipements, soit à refermeture automatique des feeders soit par sélecteurs vont en se développant.

M. Péridier signale les études entreprises par la Société des Transports en commun de la Région parisienne pour réaliser dans ses sous-stations manuelles un test de court-circuit par courant alternatif sur les feeders de traction. Ce dispositif vient d'être rendu automatique et peut ainsi donner des résultats aussi avantageux que le test américain par afflux du courant.

Les flashs sur commutatrices, particulièrement redoutables pour les fréquences de l'ordre de 50 p:s, doivent être surtout évités dans les sous-stations automates ou commandées à distance.

L'emploi de disjoncteurs ultra-rapides permet de parer à cet inconvénient, mais ces appareils sont d'un prix trop élevé pour être répandus dans les réseaux d'intérêt local. Les derniers progrès réalisés dans la construction des commutatrices permettront probablement de se passer de ces appareils.

Discutant les avantages respectifs des commutatrices shunt ou compound, M. Péridier conclut que pour les sous-stations urbaines ou suburbaines, le compoundage est sans intérêt, les commutatrices shunt, tout en étant meilleur marché, donnent des résultats techniques aussi favorables.

Il examine ensuite les conditions économiques, particulièrement importantes pour les réseaux d'intérêt local, successivement dans les deux cas d'un réseau existant et d'un réseau à créer ou à électrifier.

Il indique que dans le premier cas la principale source d'économie des sous-stations à commande à distance ou automates, réside dans les frais de main-d'œuvre. Il évalue cette économie à 50 000 francs pour les sous-stations à 2 agents et à 30 000 francs pour les sous-stations à un seul agent.

En outre, dans les sous-stations automates alimentant des lignes isolées à faible fréquentation et dans les sous-stations survoltrices, il est possible d'arrêter automatiquement les unités aux heures où elles ne sont pas strictement nécessaires. En contre partie, il y a lieu de prévoir un personnel d'inspection spécial dont les frais s'ajoutent aux charges financières d'installation et d'établissement. On ne dispose pas encore en France de données certaines sur le prix de revient des installations ; toutefois, en prenant comme base d'appréciation le prix d'installation d'une

Digitized by Google

sous-station équipée avec deux unités de 500 kw, la majoration due à l'emploi des nouveaux équipements ne devrait pas dépasser 55 pour 100 ou 25 pour 100 du prix de l'équipement manuel selon que la sous-station comporte deux agents ou un seul.

Dans le cas des réseaux à créer, il paraît possible de réaliser des économies, notamment s'il s'agit de sous-stations suburbaines alimentant des lignes isolées ou des sous-stations survoltrices, en multipliant le nombre de sous-stations et en réduisant la longueur des feeders continus. On arrive ainsi à une conception toute nouvelle de l'alimentation des réseaux de traction d'intérêt local.

Pour les réseaux urbains, l'avenir seul pourra démontrer s'il y a un intérêt économique à leur appliquer les mêmes principes.

M. Péridier conclut que le développement considérable pris en Amérique par les nouvelles sous-stations permettra de les appliquer prochainement en France avec succès, notamment dans les réseaux d'intérêt local.

Il montre enfin que les craintes que l'on pourrait exprimer au sujet des facilités de sabotage qu'un appareillage complexe peut présenter ne sont pas fondées, étant donné que l'emploi de ces sous-stations entraîne une réduction du personnel qui est par suite plus facile à sélectionner.

M. le Président demande à M. Péridier de présenter son rapport à la semaine de discussions d'Octobre pour servir de base à une discussion à laquelle prendront part MM. Lavanchy et Darrieus.

5e SECTION. — TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE, TRANSMISSION PAR ONDES

Président : M. BETHENOD.

SÉANCE DU 27 FÉVRIER 1925. — *La Télégraphie de l'avenir (le télétype)*. — M. Bonnin, ingénieur aux Ateliers Carpentier, avant de présenter une communication que M. Murray a faite à ce sujet à l'Institution of electrical Engineers de Londres, et dont M. Rowell, secrétaire général de l'Institution, a bien voulu faire parvenir les bonnes feuilles au Président, rappelle brièvement les principaux travaux auxquels l'auteur a pris part : système télégraphique Murray, télégraphie multiplex, modifications au système Baudot, etc...

Il est bon de remarquer ici que, comme M. Booth, ingénieur au Post-Office l'a récemment reconnu dans une lettre adressée à

Digitized by Google

M. Montoriol à propos de son rapport à la Semaine de Décembre, les systèmes multiplex Western, Murray et autres employés en pays anglo-saxons, dérivent tous du Baudot. M. Murray a, en outre, étudié toutes les questions relatives aux appareils télégraphiques. Le problème qu'il pose dans sa communication est étudié aussi en Allemagne comme le montre un article paru en novembre 1924 dans la revue : *Telegraphen und Fernsprechtechnik*, et signalé par les Annales des Postes et Télégraphes de février 1925.

Résumé de la communication de M. Murray. — M. Murray remarque que le monde des affaires s'intéresserait davantage au télégraphe si la transmission des télégrammes devenait plus rapide et elle était mise directement à la disposition des particuliers. Actuellement, l'ingénieur télégraphiste se trouve handicapé par la difficulté de créer des appareils mécaniques permettant d'écrire à distance. Ce n'est que tout récemment qu'a pu être créé un télégraphe imprimeur rapide pour hommes d'affaires. Il faudrait, en outre, que le réseau télégraphique fût aussi ramifié que le réseau téléphonique. A ces conditions, le télégraphe pourrait profiter de ses avantages sur le téléphone, qui sont : prix de revient plus faible des transmissions, inscription des messages transmis ; meilleure utilisation du matériel. (La transmission téléphonique du mot « Paris » nécessite 365 vibrations et dure 1/3 de seconde ; sa transmission télégraphique, en utilisant le code à cinq éléments, n'exigerait que 21 vibrations entières ; le télégraphe n'occupe qu'un seul fil au lieu de deux ; la ligne téléphonique doit pouvoir donner passage aux fréquences élevées ; contrairement au téléphone, le télégraphe peut être duplexé. On peut appliquer au télégraphe les artifices employés en téléphonie pour l'amélioration des transmissions : bobines Pupin, valves, fréquences tonalisées, courants porteurs, circuits combinés. Les messages téléphoniques ne peuvent être mis en réserve ; ils nécessitent la présence simultanée des deux correspondants ; le nombre des erreurs qui se produisent ne permet pas d'assurer la sécurité commerciale. Le télégraphe ne peut être concurrencé par la poste aérienne. Les défauts actuels du service télégraphique : lenteur, prix élevé, peuvent être corrigés. Ce sont les appareils terminaux qui manquent, plus que le nombre des circuits télégraphiques, car ce dernier est plutôt excessif pour

Digitized by Google

le trafic actuel. L'emploi généralisé du Morse dans les pays anglo-saxons constitue un obstacle très sérieux à l'emploi du télégraphe particulier. M. Murray voit un double remède à cette situation : généraliser les récepteurs imprimeurs à temps d'arrêt, créer des centraux télétypiques.

Le perfectionnement des appareils télégraphiques terminaux est retardé par la concurrence excessive que les Administrations suscitent entre les constructeurs et qui aboutit à supprimer tout bénéfice pour eux. Ce n'est qu'au cours des dix dernières années qu'a été créé le multiplex rapide à clavier ; pendant les trois dernières années un nouveau progrès important a été obtenu par la mise au point des récepteurs imprimeurs à temps d'arrêt.

Quant aux bureaux centraux, la question se pose de savoir s'il vaut mieux utiliser les centraux téléphoniques ou installer des centraux spéciaux. En France, on semble préférer la première solution ; M. Murray est partisan de la seconde. Le central télétype (le mot télétype s'appliquant, dans l'espèce, à tout imprimeur convenable), pourrait être établi dans une section séparée du central téléphonique et être graduellement augmenté. L'équipement d'un central télétypique serait sensiblement le même que celui d'un central téléphonique ; les commutations seraient opérées de la même manière pour mettre les abonnés en liaison directe entre eux.

Cette organisation permettrait de supprimer les porteurs de dépêches et les opérateurs, de prolonger le service toute la nuit, pendant laquelle on achèverait de transmettre les messages perforés pendant la journée. Le destinataire les trouverait le matin sur son bureau.

La Western Union Co a ébauché, en Amérique, une organisation de ce genre et vend des télétypes.

La Bell Telephone Co fait une grande propagande à Chicago pour l'abonnement télégraphique. La multiplication des réseaux télégraphiques privés conduira rapidement à des demandes d'inter-communications et, par suite, à la création de centraux télétypiques. Le développement de la télégraphie nouvelle pourrait avoir entre autres résultats, en reliant simultanément plusieurs abonnés, de tenir des conférences à distance.

On peut encore prévoir le désencombrement des villes par le transport en banlieue des services de manutention, de comptabilité, etc.

Digitized by Google

Le télétype aura sur le téléphone l'avantage de fournir un plus grand nombre de voies pour les communications interurbaines, puisque chaque fil peut correspondre à six secteurs, alors qu'une seule communication téléphonique occupe deux fils.

Avec les centraux télétypiques, la circulation manuelle des télégrammes sera remplacée par la commutation manuelle et finalement par la commutation automatique, supprimant les retransmissions en cours de route. La taxe s'appliquerait, non plus au nombre de mots transmis, mais à la durée et à la distance de la communication.

En Allemagne, on a réalisé une organisation semblable avec le Ferndrucker de Siemens et Halske, mais la vitesse de transmission est trop faible.

En Amérique, la Western electric a cherché à relier les imprimeurs à temps d'arrêt aux circuits multiplex des grandes lignes (voir l'ouvrage de Harrisson : Mécanisme et système de télégraphie imprimante).

Au point de vue financier, les frais de l'émission et de la réception seront entièrement à la charge de l'abonné, qui les acceptera volontiers si les appareils sont faciles à manier.

Il suffirait que la nouvelle télégraphie s'attribue 1 pour 100 du trafic télégraphique pour disposer d'un trafic considérable.

M. Murray s'occupe, en terminant, du récepteur télégraphique imprimeur à temps d'arrêt. Les conditions que doit remplir un tel appareil sont les suivantes :

a — se mettre en marche aussitôt qu'on abaisse une touche du clavier et s'arrêter dès que la lettre est imprimée ;

b — comporter un distributeur actionné mécaniquement et un seul électro-aimant enregistreur ;

c — être muni d'un clavier universel de frappe aisée ;

d — pouvoir transmettre de 40 à 80 mots par minute ;

e — employer l'alphabet à cinq éléments ;

f — travailler sur des distances quelconques de 150 m à 8 000 km ;

g — imprimer si possible sur bande ou en page ;

h — pour transmettre plus de 50 mots par minute, comporter autant que possible des caractères sur tige ou, à défaut, une roue des types ;

Digitized by Google

i — être simple, compact, solide et pouvoir imprimer 5 millions de mots ;

j — pouvoir fonctionner au moins pendant un mois sans nécessiter d'autre intervention que l'alimentation en papier et en encre ;

l — ne comporter que des pièces interchangeables ;

m — donner la possibilité à la station A d'arrêter complètement le traducteur de la station B, d'y couper l'alimentation et de remettre en marche ;

n — être complété si possible par un traducteur universel utilisé soit par des circuits multiples, soit comme imprimeur à temps d'arrêt avec clavier ou avec transmission par bande perforée.

Les différentes machines qu'on trouve dans le commerce et qui répondent à ces conditions sont les suivantes :

1. Imprimeur en page Morkrum avec roue des types Blick, la première de ces machines ayant réussi commercialement (impression en page seulement). 70 mots
2. Télétype Morkrum à roue des types, la première machine start-stop qui remporta un grand succès aux Etats-Unis (impression sur bande seulement).... 40 mots
3. Imprimeur start-stop de la Western Electric (impression en page seulement) ..... 60 mots
4. Imprimeur direct Kleinschmidt (impression en page ou sur bande) ..... 80 mots
5. Pendeltelegraph Siemens et Halske (impression sur bande seulement)..... 40 mots
6. Une machine perfectionnée de Siemens et Halske basée sur le système automatique Siemens et Halske. ..... 80 mots
7. Imprimeur direct Creed (impression sur bande ou en page) ..... 80 mots
8. Télétype Morkrum sur page (imprimeur sur page à caractères sur tiges)..... 65 mots
9. Télétype Morkrum type bar Mle 15. Dernière machine start-stop (impression sur bande ou en page) .... 80 mots

L'imprimeur simplex a fait l'objet de nombreux travaux, mais il n'a été réalisé avec succès que depuis 2 ou 3 ans.

Digitized by Google

Le télégraphe Hughes qui a été pendant 50 ans le seul simplex imprimant ne répond plus aux conditions actuelles, surtout parce qu'il impose la marche au synchronisme.

Les premières machines satisfaisantes furent les imprimeurs Morkrum (1910).

Les appareils Siemens et Halske comportent trop de contacts de balais et de condensateurs ; leur développement en Europe centrale est due beaucoup plus à l'influence allemande qu'à une supériorité technique sur le multiplex. M. Murray estime que ce réseau sera quelque jour délaissé parce que le multiplex est nécessaire pour partager les fils en secteurs distincts.

L'imprimeur à temps d'arrêt passe au repos entre deux lettres ou entre deux messages et peut être aisément relié d'un circuit à un autre. La seule condition à réaliser est celle d'une vitesse normalisée pour tous les télétypes.

Les distributeurs électriques comportent des balais qui s'usent vite ; c'est une infériorité sur les distributeurs mécaniques.

Les contacts en tungstène des télétypes Morkrum fonctionnent plusieurs mois de suite sans surveillance.

Le Morkrum modèle 15 présente deux dispositifs remarquables :

1° La disposition circulaire des barres de code ;

2° La combinaison du frappeur et de l'élévateur.

Le premier dispositif, à l'exclusion du second, avait été breveté par l'inventeur français Eglin pour fonctionner avec un Baudot ; il n'y avait pas de distributeur et l'appareil n'était pas à temps d'arrêt.

La disposition circulaire est très importante pour les grandes vitesses.

Les tiges à caractères qui sont préférables à la roue des types quand le nombre des mots à transmettre par minute dépasse 60 augmentent le prix de l'appareil, mais elles facilitent l'encrage.

Il reste, pour compléter les appareils nouveaux, à trouver une solution définitive sur 2 points :

a) Normaliser la vitesse ;

b) Faire choix entre l'impression en page et l'impression sur bande.

Il semble que, pour la vitesse, on doive prendre en principe

Digitized by Google

celle des multiplex desservant les grandes lignes, mais cette vitesse n'est pas encore définie et elle dépend des conditions des lignes.

L'impression sur bande est beaucoup plus simple et, partant moins coûteuse que l'impression en page. Elle est plus rapide puisqu'elle évite le temps perdu pour le rappel de la ligne, le changement de ligne et le remplacement des formules. Mais, d'autre part, les abonnés habitués au travail de la machine préféreront l'impression en page qui épargne du temps et du travail si on tient à avoir des textes présentables.

Il faut aussi se rendre compte qu'on ne peut avoir un imprimeur universel convenant par exemple au service à temps d'arrêt et en multiplex. Il y a lieu de prévoir quelques modifications pour passer d'un service à l'autre. Quand on pourra produire en série, les imprimeurs à temps d'arrêt, leur prix qui atteint actuellement de 90 à 180 livres (de 8 000 à 16 000 francs) pourra être assez réduit pour ne pas dépasser le double du prix d'une machine à écrire.

M. Bonnin rappelle que le télétype Morkrum construit maintenant en série par les ateliers J. Carpentier, comporte un clavier alphabétique, un traducteur et un moteur électrique tournant à vitesse constante. Il est d'ailleurs basé sur les principes du Baudot. En abaissant une touche du clavier, on embraye des organes mécaniques qui réalisent à la fois la transmission d'une lettre et son impression locale de contrôle. L'appareil exécute un tour complet, puis il s'arrête, d'où le nom de start stop ou d'imprimeur à temps d'arrêt sous lequel le désigne M. Murray. Il diffère donc à ce point de vue du Hughes qui tourne sans arrêt. La frappe sur le clavier tu télétype peut se faire à un rythme quelconque, tandis que le maniement du Hughes oblige l'opérateur à marquer un temps d'arrêt, après avoir abaissé la touche de moitié de sa course, pour ne produire l'embrayage qu'à des positions relatives déterminées des organes tournants.

M. Tongas fait remarquer que le télétype paraît surtout convenir pour l'exploitation des lignes privées, alors que le Morse paraît préférable pour les lignes publiques à trafic modéré en raison de sa robustesse et de sa simplicité.

M. Bonnin répond qu'il ne peut être question de supprimer le Morse, mais que le trafic de certaines lignes publiques secondaires est assez développé pour justifier l'emploi du télétype et il

Digitized by Google

cite, à l'appui l'exemple de la ligne la Villette-Central Télégraphique, où le service se fait normalement par pneumatiques, ce qui exige des transbordements et entraîne des retards et qui a bien fonctionné pendant deux ans avec le télétype. Celui-ci, bien que manœuvré par des agents à peine exercés, permet d'ailleurs d'éviter les erreurs dérivant d'une mauvaise traduction du code Morse.

A une question de M. Cahen, M. Courtois répond que les appareils imprimeurs des banques sont de création ancienne et ne transmettent que 20 mots à la minute au lieu des 40 mots du télétype. Dès 1896, M. Koffmann avait présenté un télétype que des raisons d'ordre financier n'avaient pas permis d'exploiter.

M. Bonnin précise que le télétype peut être utilisé sans artifice spécial sur une ligne téléphonique quand il n'y a pas à passer par un bureau central. Au cas contraire, on emploie deux procédés : dans l'un on utilise les courants induits dans les translateurs en les renforçant par des relais Baudot, dans une station intermédiaire ; dans l'autre, on se sert, au lieu de courant continu, de courants vibrés de fréquence comparable à celle des courants de conversation. Ces deux procédés donnent des résultats favorables. M. Bonnin fait remarquer, en outre, que le télétype se prête facilement à la transmission radiotélégraphique.

M. Reynaud-Bonin observe que le second procédé rend le contrôle plus difficile et, en outre, que la batterie centrale de 24 volts des relais Baudot ne serait peut-être pas suffisante pour les transmissions sur les longues lignes.

M. Costa de Beauregard signale que des essais, faits sur une ligne assez courte et sous une tension de 220 volts ont donné lieu, par suite du mauvais état de la ligne, à de nombreuses difficultés. Il constate, d'ailleurs, que le télétype n'influence pas les circuits téléphoniques voisins.

M. Bonnin rappelle que la tension normale est de 110 volts et le courant normal de 55 à 60 milliampères. On peut abaisser la tension au moyen d'électroaimants spécialement bobinés, mais il faut augmenter légèrement le courant. Entre Orléans et Vierzon une installation télétypique fonctionne sous 48 volts, avec relais. Sans relais, la tension devrait être de 110 volts.

M. Legros fait remarquer que le téléphonographe présente comme le télétype, l'avantage de laisser une trace matérielle du texte transmis.

Digitized by Google

M. Bonnin répond que le télétype, plus direct, supprime les dictées qui sont lentes et peuvent entraîner des erreurs.

M. Reynaud-Bonin objecte que, en télégraphie ordinaire, les textes transmis sont collationnés. M. Bonnin répond que le télétype a l'avantage d'être réversible et de se prêter, comme les autres systèmes, à l'alternat et au collationnement. Il peut être installé sur une ligne téléphonique dont les deux fils sont utilisés en parallèle avec retour par la terre, sans troubler la communication téléphonique.

A M. Tongas qui demande si on peut envisager les communications télétypiques interurbaines directes, M. Bonnin répond que ce problème, qui se rattache à celui du téléphone interurbain, peut être envisagé. D'après M. Murray, des réseaux télétypes seraient en formation dans certains centres des Etats-Unis. On y utiliserait les réseaux téléphoniques. En 1913, le bureau central Morse dont parle M. Murray fonctionnait à Londres. M. Cahen rappelle qu'il y en a eu un à Paris. Ces centraux fonctionneraient mieux s'ils étaient télétypiques.

M. Bonnin signale l'existence à Berlin d'un central à Ferndrücker. Ces appareils sont à temps d'arrêt, mais ils ne peuvent débiter que 25 mots à la minute. Un seul employé surveille un certain nombre d'appareils que les abonnés actionnent automatiquement et il délivre les accusés de réception. M. Courtois a vu fonctionner, à Munich, un central analogue. M. Magunna demande comment on se rend compte, avant une transmission, si un récepteur est libre et ensuite, s'il a fonctionné.

M. Bonnin répond que l'opérateur actionne l'appareil de son correspondant en même temps que le sien, transmet son message et arrête les deux appareils. Les deux électroaimants récepteurs étant en série, le fonctionnement normal de l'un fait présumer celui de l'autre. Si on veut obtenir un accusé de réception ou collationner, il est nécessaire que le correspondant intervienne ; mais il n'est pas obligé de le faire immédiatement.

M. Bonnin ajoute que la perforation automatique n'est nécessaire que si on veut relier deux circuits télétypiques par l'intermédiaire d'un secteur Baudot.

M. Cahen tient à faire remarquer que le problème de l'emmagasinement a été résolu en téléphonie.

Digitized by Google

6e SECTION. — RECHERCHES PHYSIQUES, ÉLECTROPHYSIOLOGIE MÉTHODES ET APPAREILS DE MESURE

Président : M. Perot.

Séance du 14 février 1925. — 1° *Méthodes d'épreuves psychotechniques.* — M. Bacqueyrisse expose les méthodes qui se sont imposées à la Société des Transports en commun de la Région parisienne étant donné l'importance prise par les salaires dans les dépenses totales d'une exploitation de traction et qui atteint 54,4 pour cent dans le cas de cette Société.

Il y a tout intérêt à améliorer le rendement de la main-d'œuvre par le classement du personnel suivant ses aptitudes.

La Société des Transports en commun de la Région parisienne a donc créé un laboratoire spécial qui fonctionne régulièrement depuis le début de 1924 sous la direction de M. Lahy.

En ce qui concerne la sélection des agents chargés de conduire des voitures, deux méthodes peuvent être envisagées :

1° *La méthode synthétique* qui consiste à placer l'agent dans des conditions identiques à celles où il se trouve sur sa voiture et à noter la valeur de ses réactions professionnelles en fonction d'excitations bien définies.

2° *La méthode analytique* qui consiste à soumettre le candidat à un certain nombre de tests portant sur ses diverses facultés motrices et mentales, savoir :

L'attention diffusée : aptitude à répondre à des excitations de nature et d'intensité variables par des réactions déterminées exactes et rapides.

Devant le sujet placé dans une chambre obscure, des lampes de diverses couleurs s'allument dans un ordre et suivant un rythme déterminé, des sonneries de timbres différents retentissent et une projection de scènes cinématographiques détourne son attention.

Le sujet doit appuyer sur diverses manettes et pédales suivant les lampes qu'il voit et les sonneries qu'il entend.

Les réactions motrices : mesurées à l'aide du chronographe d'Arsonval.

La suggestibilité motrice : mesurée à l'aide de l'appareil de Binet. Cette suggestibilité est un défaut de l'indépendance musculaire qui fait qu'un sujet ébauchant un mouvement n'a pas sur

Digitized by Google

ses muscles un pouvoir de contrôle suffisant pour l'arrêter dès qu'il en perçoit la sensation tactile ou musculaire.

La force musculaire localisée et les fatigues motrices : déterminées au moyen du dynamographe de Henry.

L'appréciation des vitesses et des distances : mesurée à l'aide du tachodomètre.

La rapidité de perception des images : à l'aide du tachiscope.

L'émotivité : décelée par l'étude du réflexe galvanopsychique.

La mémoire et l'intelligence logique.

La valeur générale du sujet est déterminée en tenant compte des rangs obtenus dans chaque test.

Grâce à la sélection préalable du candidat machiniste, la proportion des apprentis éliminés en cours d'apprentissage est tombés de 20 pour 100 à 5 pour 100 ce qui se traduit pour la Société par une économie annuelle de 120 000 francs.

M. Fauconnier expose les épreuves psychotechniques instituées aux Ateliers de fabrication de la lampe Philips à Eindhoven. Pour se rendre compte de la valeur pratique des épreuves, on les a fait subir à des groupes de 25 ouvriers déjà en fonction et classés par leurs chefs suivant leurs aptitudes professionnelles. Ce classement concorde à 10 pour cent près avec celui donné par les épreuves.

M. Faillie observe que pour qu'une sélection professionnelle soit productive, il faut :

1° Qu'elle soit essentiellement analytique, c'est-à-dire qu'elle porte sur la mesure d'une aptitude aussi bien déterminée que possible et dont on cherchera à éliminer les facteurs étrangers capables de fausser les résultats.

L'emploi d'appareils simples, tels que le fauteuil de Broca pour la sélection en aviation ou en traction, ou tels que la machine à écrire spéciale pour certaines réactions ne nécessite pas de dépenses considérables.

2° La sélection professionnelle devra en outre comprendre un examen physiologique complétant l'examen médical et permettant de connaître l'état physiologique du sujet : sa capacité vitale, sa pression artérielle, etc...

L'uniformité des tests et des appareils est désirable. Elle permettra d'obtenir des résultats comparables et d'établir un travail

Digitized by Google

statistique général très important pour l'orientation et pour la sélection professionnelle.

M. Bacqueyrisse répond qu'à la Société des Transports en commun de la Région parisienne, les réactions sont enregistrées automatiquement au cours des différents tests de façon à fournir des feuilles pouvant être consultées à tout moment et constituant des documents d'une impartialité incontestable.

Au cours de la discussion M. Faillie signale les observations de Broca sur le sens de l'accélération et M. le président rappelle les remarquables résultats obtenus pendant la guerre pour l'étude de l'ouïe dans l'étude des procédés du repérage par le son.

2° *Détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur par la méthode Violle.* — M. Bunet rappelle la méthode de Violle qui consiste à mesurer l'échauffement d'un disque entraîné par un poids et tournant entre les pôles d'un électroaimant. Le résultat ainsi obtenu par Violle dépasse de 2 pour cent les valeurs données par d'autres procédés sans que l'on n'ait jamais trouvé une explication satisfaisante de cet écart.

M. Bunet l'attribue à un phénomène de réaction d'induit par courants de Foucault dans les masses polaires et dans les enroulements de l'électroaimant. Les calculs approchés qu'il a établis paraissent justifier cette hypothèse.

Digitized by Google

ECHOS DES SOCIETES ETRANGERES

SOMMAIRE

American Institute of electrical Engineers : Journal de février 1925. —

1° *Informations de l'Institute :*

a) Réunion du groupe régional de Washington, janvier 1925, p. 270. — Participation des ingénieurs aux affaires publiques. Théorie du limiteur à soupape. Travaux de la commission des isolants. Correction du facteur de puissance. Emploi des convertisseurs de fréquence dans les réseaux interconnectés. p. 270.

b) Inauguration des laboratoires de la Bell Telephone C°, p. 271.

2° *Sommaires des principales communications :*

a) Effets mécaniques du démarrage à pleine tension sur les enroulements des moteurs à cage d'écureuil ; *b*) La théorie des probabilités et ses applications à quelques problèmes de l'art de l'ingénieur ; *c*) Le cuivre extra-conducteur ; *d*) Les électrolytes d'accumulateurs ; *e*) Règle à calcul pour quantités complexes ; *f*) Les constantes de temps thermiques des machines à dynamo électriques ; *g*) Correction du facteur de puissance ; *h*) Essais des câbles pour haute tension au papier imprégné ; *i*) Nouveau moteur synchrone à autoexcitation ; *j*) Théorie du champ magnétique tournant dans les moteurs à courant alternatif, p. 271-276.

Institution of electrical Engineers. — Journal de février 1925 :

1° *Informations de l'Institution :*

Réunion d'octobre 1924, p. 276.

2° *Sommaires des principales communications :*

a) Sous-stations automatiques et semi-automatiques à redresseurs à vapeur de mercure ; *b*) Courant admissible dans les câbles pour courants monophasés à un conducteur sous plomb ; *c*) Caractéristique de charge d'une dynamo donnant un courant constant pour un grand écart de vitesses ; *d*) Accrochage d'un moteur synchrone à induction, p. 276-281.

Associazione elettrotecnica italiana. — *L'Electrotecnica* de février 1925.

Sommaire des principales communications :

a) La photométrie moderne (fin) ; *b*) La technique la plus récente des transmissions électriques en Italie ; *c*) Protection contre les surtensions ; *d*) L'électrosidérurgie en Italie, p. 281-286.

Société belge des Electriciens. — Bulletin de février 1925.

Extraits du Bulletin :

a) Notes sur les huiles pour transformateurs ; *b*) Rédaction des manuscrits, p. 287-288.

Association de l'Institut de Montefiore. — Bulletin de février 1925.

Séance du 22 février 1925. Système de traction à courant continu sans résistances de démarrage et à récupération, p. 288.

Digitized by Google

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal de février 1925)

I. INFORMATIONS DE L'INSTITUTE. — *a*) Réunion du groupe régional de Washington, janvier 1925.

M. Herbert Hoover, secrétaire du Commerce, exprime le vœu de voir les ingénieurs prendre une *participation efficace dans les affaires publiques*. Il suggère la constitution à cet effet de comités locaux d'ingénieurs et la combinaison, pour le plus grand bien du pays, de la mentalité qualitative des ingénieurs avec la mentalité quantitative des économistes.

Le Docteur Slepian présente la *théorie du limiteur à soupape*, constitué par une couche d'air de 1/100e de millimètre d'épaisseur. Il montre la nécessité d'employer des plaques de résistance électrique élevée pour éviter les concentrations locales de courant.

M. Witehead lit une communication sur les *travaux de la Commission des isolants*. Ces travaux ont été répartis entre six sous-commissions qui dépouillent les documents parus sur la question et qui indiqueront ensuite les points nécessitant des recherches complémentaires. Il est difficile de réunir des collaborateurs disposant d'un temps suffisant pour effectuer ce travail et, d'autre part, il est nécessaire de trouver un concours financier important. Parmi les sujets demandant de nouvelles études, il signale l'absorption par les diélectriques. M. Mac Kavanaugh fait remarquer que l'expérience des câbles sous-marins a démontré que la pression a une influence marquée sur l'absorption.

En discutant la communication de M. Morrow sur les conséquences économiques *de la correction du facteur de puissance*, communication dont le sommaire est donné ci-après, p. 273, M. Gaskill fait remarquer que plus de 27 000 kva d'installations correctives ont été réalisés à Philadelphie par les abonnés à la suite de démarches individuelles de la Compagnie distributrice. Les compteurs réactifs ont été essayés, puis abandonnés.

M. Woodrow signale *l'emploi des convertisseurs de fréquence dans les systèmes de réseaux interconnectés*. A la Brooklyn Edison Conpany un tel convertisseur reliant le réseau à 25 p:s au réseau à 60 p:s a permis de supprimer en tout temps un des groupes reliés aux barres et de réduire, au cours de diverses périodes, le nombre des groupes marchant à faible charge. Ces convertisseurs peuvent faire face à des surcharges de 200 pour cent

Digitized by Google

sur un des réseaux. Ils peuvent donc être appliqués dans des installations de laminoirs.

b) Inauguration des laboratoires de la Bell Telephone C°. — Le 1er janvier une compagnie nouvelle a été créée, sous cette raison sociale, par l'American telephone and telegraph C° et par la Western Electric C°. Les bâtiments existants qui couvrent 36 000 m² vont être considérablement augmentés. Le personnel comprenait à la date ci-dessus, 3 600 employés, dont 2 000 techniciens.

II. SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — *a) Effets mécaniques du démarrage à pleine tension sur les enroulements des moteurs à cage d'écureuil,* par Rylander, 3 400 mots, 1 figure, 15 oscillogrammes et vibrogrammes, 4 courbes.

L'auteur a étudié ces effets à l'aide d'un enregistreur de vibrations sur des moteurs de diverses puissances démarrant à pleine tension ou à tensions graduées par un autodémarreur. Il a ainsi observé qu'au démarrage il se produit sur un enroulement donné un déplacement dont l'amplitude croît comme le carré de la tension qui y est appliquée. La durée de ce déplacement lui est, au contraire, inversement proportionnelle. L'emploi d'un autodémarreur produit parfois deux déplacements successifs en sens contraire.

Même si le déplacement n'est pas appréciable à l'œil nu, il est sensible à la main et il produit parfois un ronflement. L'auteur trouve là l'explication des avaries qui surviennent à la longue aux moteurs munis d'autodémarreurs. Il conclut à la nécessité de consolider mécaniquement les enroulements des moteurs à cage d'écureuil.

b) La théorie des probabilités et ses applications à quelques problèmes de l'art de l'ingénieur, par Molina, 3 600 mots, 3 courbes, 3 schémas.

L'auteur appelle l'attention des ingénieurs sur les principes du calcul des probabilités et sur leur fécondité, dont il montre l'application à trois problèmes qui se posent dans l'établissement d'installations téléphoniques.

c) Le cuivre extra-conducteur (entrefilet). — Il est rappelé que le Docteur Davey, du Laboratoire des recherches de la General Electric C° a annoncé le 31 décembre dernier, à l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, qu'il avait obtenu, par

Digitized by Google

refroidissement lent après fusion, des cristaux de cuivre de 22 mm de côté et de 150 mm de long, dont la conductibilité est de 13 pour cent supérieure à celle du cuivre électrolytique. Il attribue cette propriété à la disposition régulière des atomes dans le cristal.

d) Les électrolytes d'accumulateurs, par Vinal et Schramm, 2 400 mots, 8 tableaux, 1 figure.

Le Bureau of Standards de Washington a fait une série d'essais pour déterminer l'effet quantitatif de diverses impuretés sur les progrès de la sulfatation des plaques. La méthode consistait à suspendre des plaques dans la solution et à mesurer leur changement de poids. Les impuretés sont classées d'après leur action sur les plaques négatives, sur les plaques positives ou sur les unes et les autres. Les sulfates de soude et de magnésie que l'on ajoute parfois à l'électrolyte pour améliorer la tenue de la batterie sont sans effet sur la sulfatation. Il serait important de généraliser l'emploi des compositions d'électrolyte reconnues comme donnant satisfaction.

e) Règle à calcul pour quantités complexes, par Dumond, 3 800 mots, 6 figures.

L'auteur fait remarquer que le besoin se fait sentir d'abréger le calcul des quantités complexes et il décrit une règle à deux dimensions qui permet d'atteindre ce but.

f) Les constantes de temps thermiques des machines dynamo électriques, par Kennelly, 4 300 mots, 1 figure, 11 diagrammes.

Aux essais de réception, il n'est tenu compte de l'échauffement d'une machine électrique établie pour faire un service continu que pour limiter l'élévation de température à la charge normale. Or, en service il est bon de connaître l'échauffement que la machine prend pour diverses charges. Ce renseignement complémentaire peut être donné : 1° par la température finale prise à une charge constante autre que la normale ; 2° par la constante de temps thermique. Si on admet que l'échauffement au-dessus de la température ambiante après que la machine a été portée brusquement d'une charge à une autre, suit une loi strictement exponentielle, sa constante de temps est, par définition le temps qu'elle met pour atteindre $1-e^{-1}=63{,}2$ pour cent du changement final de la température. C'est ce qu'on peut appeler la constante de temps thermique exponentielle. Cette notion étant trop théorique, l'auteur en recommande une autre qu'il appelle la constante de

Digitized by Google

temps binaire. C'est le temps au bout duquel une machine, dont l'échauffement est supposé suivre une loi exponentielle atteint après un changement de régime, la moitié de la température d'équilibre finale. Au bout de deux constantes de temps, elle atteint 75 pour cent et, au bout de trois constantes, 87,5 pour cent de la température finale. La constante de temps thermique est exactement égale à 69,32 pour cent de la constante exponentielle classique. Pratiquement, on admet 70 pour cent. Dans les machines tournantes, il y a deux constantes thermiques, celle à pertes constantes et celle à pertes variables ; c'est la dernière qui est pratiquement employée. La constante thermique binaire s'applique avantageusement pour la correction de la température ambiante finale pendant un essai continu, quand on a constaté une variation de la température ambiante.

g) *Correction du facteur de puissance,* par Morrow, 5 500 mots. — Après avoir rappelé les nombreuses études déjà effectuées sur ce sujet, l'auteur remarque que l'on pourrait imposer dans toute installation nouvelle la réalisation d'un facteur de puissance élevé. Dans les installations existantes, l'amélioration peut être obtenue soit par des mesures d'ensemble, soit par des mesures de détail. De l'étude du prix de revient dépend le choix du type de l'appareil correcteur et de son emplacement sur le réseau. L'expérience montre que l'appareil correcteur a surtout pour effet d'améliorer le réglage de la tension et la qualité du service. L'auteur rappelle ensuite les différents modes de tarifs en usage et qui donnent, au point de vue de l'amélioration du facteur de puissance, des résultats sensiblement équivalents.

h) *Essais des câbles pour hautes tensions au papier imprégné sous plomb,* par Lee, 4 000 mots, 6 figures, 5 courbes, 4 oscillogrammes.

L'auteur énumère les divers essais auxquels les câbles sont soumis.

Il indique l'appareillage créé pour l'essai de rigidité diélectrique, alternateurs à courbe sinusoïdale, transformateurs d'essai, boîtes terminales de câbles. Il donne des nombres d'où il tire des conclusions relatives à la valeur et à la durée de la tension d'essai; ces conclusions restent d'ailleurs soumises à la sanction de l'expérience. Il semble que les valeurs admises actuellement pour la tension devraient être augmentées ; l'augmentation de la durée

Digitized by Google

d'application paraît au contraire d'une utilité plus douteuse. Des essais de perforation de courte durée sont à conseiller sur des échantillons de faible longueur ; les essais de pliage doivent être poursuivis. Il faut reconnaître que le câble est exposé à de nombreux accidents postérieurement à l'essai de tension. D'où l'utilité de soumettre les câbles à des essais périodiques.

Il rappelle que pour l'essai de rigidité diélectrique on pousse la tension jusqu'à la rupture sur de courts échantillons de câbles et qu'on essaie à une tension plus basse pendant un temps donné les longueurs de fabrication courante. L'expérience seule pourra indiquer la valeur du critérium à choisir pour distinguer, par ces deux essais, un bon câble d'un mauvais ; actuellement, les meilleurs échantillons de câble à un conducteur, pour 66 kv de tension service en circuit triphasé sont perforés entre 300 et 350 kv en essai bref et la tension appliquée aux longueurs de fabrication courante est de 100 kv à 150 kv pendant une durée de 5 à 15 minutes.

On obtient des courbes de tension appliquée très voisines de la sinusoïde pure. L'auteur cite, en exemple, un groupe moteur synchrone générateur dont la courbe à vide présente un coefficient de déformation de 1,2 pour 100 et un facteur de forme de 1,11 et en charge sur 100 m de câble à 3 conducteurs sous 85 kv, un coefficient de déformation de 10 pour 100 et le même facteur de forme.

L'auteur est d'avis qu'il y aurait lieu d'augmenter les tensions d'essai plutôt que la durée d'application, de continuer les essais de pliage et de soumettre les câbles en exploitation à des essais périodiques à assez basse tension pour ne pas les détériorer quand ils sont sains.

Il indique les procédés employés pour obturer les câbles pendant les essais. Il souligne la tendance à mesurer les pertes dans le diélectrique et le facteur de puissance sur les longueurs mêmes de fabrication sous des tensions de moitié à deux fois et demie la tension d'exploitation. On admet que si l'isolant est homogène, le facteur de puissance ne varie pas entre ces deux tensions. La valeur normale du facteur est dans ces conditions de 0,002. Une des meilleures méthodes paraît être celle du pont de Schering ; l'auteur emploie un galvanomètre à aimant permanent avec un amplificateur à trois étages. L'équipage du galvanomètre est entièrement immergé dans l'huile, ce qui le soustrait, sans autre dispo-

Digitized by Google

sitif de protection à l'effet des vibrations extérieures. La protection des opérateurs contre la tension est assurée par des éclateurs dont le diélectrique est constitué de deux épaisseurs de papier à cigarette. La comparaison avec la méthode dynamométrique montre une coïncidence satisfaisante si on supprime les effets de capacité des conducteurs d'amenée de courant basse tension. L'auteur estime que l'efficacité de cette méthode d'essai ne pourra être établie que par une longue expérience. En général, une variation rapide du facteur de puissance avec la tension révèle un câble défectueux; mais aucune conclusion ne peut être tirée d'une faible variation. Il serait nécessaire d'uniformiser dans l'application de cette méthode : la nature de la source, sa connexion avec le câble, la température du câble.

Il remarque qu'il y aurait lieu d'étudier sérieusement une méthode permettant de surveiller l'état d'un câble après pose. Des essais du facteur de puissance effectués à haute fréquence n'ont pas montré de changement avant et après l'essai à haute tension.

En ce qui concerne les essais en courant continu, il reconnaît qu'ils sont d'une grande utilité. Le rapport entre les valeurs du courant continu et du courant alternatif produisant le même effet sur le diélectrique, varie avec la température, la nature et l'épaisseur du diélectrique, la forme et les dimensions des électrodes, etc. Il espère que les renseignements fournis par les compagnies exploitantes qui appliquent cet essai permettront de préciser ces conditions.

i) *Nouveau moteur synchrone à autoexcitation*, par Fynn, 4 500 mots, 6 figures, 3 courbes.

L'auteur expose une seconde forme du moyeur synchrone à auto-excitation qu'il a décrit antérieurement. Il en étudie le démarrage, la mise en synchronisme, les périodes de charge synchrone et asynchrone, surtout en ce qui a trait au couple synchronisant, et il montre que la nouvelle forme constitue une amélioration sérieuse de la première.

j) *Théorie du champ magnétique tournant dans les moteurs à courant alternatif*, Hansen, 3 800 mots, 6 schémas, 8 courbes.

L'auteur défend la théorie des deux champs tournants en opposition appliquée à l'étude du fonctionnement des moteurs d'induction monophasés, qu'il préfère à celle où l'on considère la tension secondaire induite comme la résultante, d'une part, de la

Digitized by Google

tension induite par le champ alternatif, d'autre part de la tension qu'engendre la rotation des conducteurs secondaires dans le champ magnétique. On a reproché à la méthode des champs tournants de conduire plus facilement à des résultats erronés, d'exiger des opérateurs plus expérimentés et de ne constituer qu'une méthode indirecte, basée sur la détermination préalable du fonctionnement du moteur synchrone. On lui reproche surtout de ne s'appliquer qu'aux seuls moteurs d'induction à l'exclusion des moteurs à collecteur. L'auteur montre, au contraire, qu'elle s'applique à ce dernier type de moteurs, et qu'elle fournit les moyens les plus simples et les plus directs pour résoudre par le calcul les problèmes les plus compliqués relatifs à trois circuits ou plus reliés inductivement et se déplaçant les uns par rapport aux autres. Il applique sa théorie notamment aux moteurs d'induction monophasés, aux convertisseurs de phases, aux moteurs à répulsion et à la compensation du facteur de puissance.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal de février 1925)

I Informations de l'Institution. — Réunion d'octobre 1921. — Il est rendu compte de cette réunion dans laquelle M. Russell, Président sortant, transmit ses pouvoirs à M. Woodhouse. M. Atkinson, appuyé par M. Highfield, proposa une motion qui fut adoptée à l'unanimité et qui exprimait à M. Russell la reconnaissance de l'Institution pour la réception qu'il a assurée aux ingénieurs étrangers venus à l'occasion du Centenaire de Lord Kelvin.

II Sommaires des principales communications. — *a) Sous-stations automatiques et semi automatiques à redresseur à vapeur de mercure*, par Rogers, 5 500 mots, 15 schémas d'installation, 3 courbes, 3 appendices. La discussion de cette communication devant les différents centres de l'Institution contient environ 20 000 mots.

L'auteur indique d'abord comment, pour électrifier, en vue de la consommation domestique, la banlieue de Birmingham, à population peu dense, les considérations économiques firent adopter les sous stations automatiques à redresseurs à vapeur de mercure permettant de transformer du courant triphasé à 25 p:s en courant continu sur 2 ponts.

Digitized by Google

Il rappelle le principe du redresseur et la réalisation de Brown-Boveri, à laquelle il reproche la nécessité de reformer les anodes à la main, opération qui dure une demi-heure, toutes les fois que le redresseur a été laissé hors service plus de 24 heures. Il ajoute que les frais d'entretien sont peu considérables et que la Maison B.B. construit des redresseurs à cylindre d'acier pouvant donner 1 500 ampères de courant continu sous 600 v. Le redresseur Hewittic à ampoule de verre a l'avantage de ne pas nécessiter de nouvelle formation des électrodes après chaque arrêt. Les ampoules qui ont fonctionné quelques heures sans accident ont une durée très longue. Certaines de celles à basse tension (aux environs de 230 volts) fonctionnent encore après 8 000 h. Les ampoules à tensions plus élevées, de 460 à 600 v, ont une durée moindre, quoique satisfaisante encore. On peut obtenir des ampoules donnant individuellement 150 ampères sous 600 volts. Les courts-circuits qui se produisent dans les deux types de redresseurs sont très intenses, mais ils sont rares, notamment dans les ampoules à 230 volts.

L'auteur décrit une installation automatique contrôlée munie de redresseurs Brown-Boveri montés en parallèle sur une batterie tampon. Aucun incident n'est survenu en deux ans. Les redresseurs sont mis automatiquement hors-circuit en cas d'accident sur l'installation primaire ; ils peuvent être contrôlés d'une autre sous-station à l'aide de fils pilotes commandant l'allumage de lampes témoins.

L'auteur donne ensuite le plan de la répartition des sous-stations à redresseurs dans la banlieue de Birmingham ; leur puissance individuelle est de 46 ou de 92 kw. Une station de 138 kw est en projet. Il décrit le détail des installations, indique que le facteur de puissance varie de 0,87 à quart de charge à 0,93 en pleine charge et que le rendement passe, dans ces mêmes conditions, de 82 à 86 pour 100. Il indique un procédé qui permet de régler à 4 pour 100 près la tension donnée par le redresseur. Il passe ensuite aux stations survoltrices à convertisseurs tournants et il termine par les sous-stations automatiques de traction munies de redresseurs Hewittic, dont l'installation a permis de faire face, aux moindres frais, à un trafic très irrégulier. Les trois appendices à la communication reproduisent les données économiques relatives aux divers types de sous-stations.

Au cours de la discussion, l'attention a été appelée sur la possibilité d'effets d'induction sur les lignes téléphoniques du fait

Digitized by Google

des ondulations du courant redressé. M. Rogers a reconnu la possibilité de cette induction, mais il a ajouté qu'on la supprimait en installant dans les sous-stations des inductances ou des shunts résonants. A M. Highfield qui observait que toutes les formes de redresseur introduisent des harmoniques au primaire, M. Rogers répliqua qu'à Birmingham, où les appareils sont, pour la plupart, en parallèle avec des sous-stations à convertisseur rotatif, aucun effet de cette sorte n'a été constaté. Il répond à une autre observation que, pour éviter la surtension qui se produit à circuit ouvert sur le redresseur Brown Boveri, une résitance de charge est mise automatiquement en circuit quand s'ouvre l'interrupteur sur le courant continu. Les redresseurs Hewittic ne donnent pas cette surtension, sauf dans le cas d'unités de traction, mais alors ils fonctionnent en parallèle avec les convertisseurs rotatifs, ce qui empêche la tension de monter. Il a été cependant décidé de munir tous les redresseurs pour traction de cathodes additionnelles de protection, combinées à de petites résistances de charge, qui sont mises automatiquement en circuit dès que la charge tombe au-dessous de 5 ampères.

Il reconnaît qu'actuellement pour les puissances supérieures à 500 kw le convertisseur rotatif est plus avantageux que le convertisseur à vapeur de mercure et que son fonctionnement est, à toute puissance, plus sûr ; mais il ajoute que le dernier sera quelque jour assez perfectionné pour que cet avantage disparaisse. Au sujet de la marche en parallèle des redresseurs, il confirme que les ondulations sur le continu sont du même ordre dans les deux types d'appareils et que, à Birmingham, ceux-ci fonctionnent en parallèle entre eux et avec des convertisseurs rotatifs.

Il reconnaît, avec de nombreux interlocuteurs, que les ondulations dans un circuit à 3 fils d'un redresseur à ampoule, ont une fréquence sextuple de la fondamentale, soit, dans l'espèce, de 150 par seconde. Le courant de déséquilibre dans le neutre a une fréquence triple de la fondamentale. Les mises hors service des sous stations ont été très rares, sauf pour le service traction ; la plupart ont eu une cause étrangère aux redresseurs, les autres ont été occasionnées par les ampoules. Le choix de l'ampoule Hewittic pour les sous stations de traction a été imposé par la considération de son coût moins élevé.

Comparant l'appareillage nécessaire pour la protection de deux stations automatiques à redresseurs, d'une part, à convertisseurs

Digitized by Google

rotatifs de l'autre, il conclut que ce dernier cas nécessite une installation beaucoup plus compliquée.

b) *Courant admissible dans les câbles pour courants monophasés à un conducteur sous plomb,* par Melson et Beer, 6 200 mots, 7 schémas ou diagrammes, 7 courbes, 14 tableaux; discussion de 3 000 mots.

L'auteur remarque que si on admet que l'échauffement constitue la principale cause limitant l'emploi d'un câble donné, il y a lieu d'envisager spécialement l'échauffement des câbles à un conducteur sous plomb sans armure pour courants monophasés. Dans la pratique courante, les enveloppes de plomb des deux câbles constituant un circuit sont reliées entre elles par intervalles pour limiter leur potentiel par rapport à la terre.

Elles sont donc parcourues par des courants plus ou moins intenses ; de plus, l'échauffement réciproque total est d'autant plus grand que les câbles sont plus voisins et il s'annule quand la distance entre les axes de câbles est à peu près égale à cinq fois le diamètre sur plomb. D'autre part, les pertes dans le plomb croissent rapidement avec la distance entre les axes. Il y a donc pour un système donné, une valeur de cette distance pour laquelle l'échauffement est minimum et la puissance transmissible maximum.

L'auteur décrit la méthode qu'il a employée et qui repose, pour l'échauffement de l'âme en cuivre sur l'augmentation de sa résistance.

Les mesures faites en courant continu puis en courant monophasé permettent de déterminer les résistances correspondantes. Les températures de l'enveloppe en plomb étaient relevées au moyen de thermo-couples dont les contacts chauds étaient enrobés dans le métal. Le coefficient de température du plomb a été pris égal à 0,00385 à la suite de nombreux essais.

On exécute une série de mesures en faisant varier les facteurs ci-après :

Courant dans le conducteur ; espacement des conducteurs : *a*) sans interposition de fer ; *b*) avec interposition de pièces de fer de formes diverses ; section du conducteur.

L'auteur donne les résultats de ses essais montrant que pour ne pas dépasser l'échauffement de 35° C sur un conducteur de 312 mm² il faut limiter le courant total à 678 ampères. Si deux

Digitized by Google

câbles de même spécification sont placés côte à côte, le courant limite est de 600 ampères. Il reprend la même valeur pour un espacement d'axe en axe de 120 mm. Si les deux câbles constituent les courants d'aller et de retour d'un même circuit et ont leurs enveloppes reliées entre elles, la valeur du courant qui produit l'échauffement de 35° C cesse d'être, comme précédemment, la même en courant continu qu'en courant alternatif. Le rapport de la résistance apparente à la résistance ohmique passe de 1,08 pour un écartement des axes de 30 mm, à 1,42 pour un écartement de 300 mm. Le courant admissible est maximum pour un écartement de 100 mm. Si l'on interpose du fer entre les deux câbles, le courant admissible pour un échauffement donné est considérablement réduit, du moins jusqu'à l'espacement de 300 mm et la loi de variation dépend essentiellement de la forme du fer. L'espacement optimum correspondant au courant maximum admissible monte à 200 mm. Il faut donc tenir compte de ces faits pour déterminer les conditions de pose d'un câble surtout à partir de 60 mm² de section.

L'auteur traite ensuite par le calcul le problème des pertes dans le plomb des câbles monophasés à conducteur unique. Il en déduit que les courants de Foucault dans le plomb équivalent à une augmentation de la résistance des conducteurs et à une diminution de leur inductance, d'où résulte une augmentation des pertes. Il part de l'expression des pertes qu'il a trouvée pour calculer le courant correspondant à un échauffement donné. La valeur qu'il trouve pour le rapport entre la résistance apparente en courant alternatif et la résistance ohmique est supérieure à la valeur observée sur un câble de 312 mm², mais ces deux valeurs coïncident pour les câbles de 190 mm² et de 60 mm². Il attribue les différences trouvées à de légères différences de température; de plus, la théorie néglige certaines conditions, telles que l'influence mutuelle des conducteurs sur la distribution du courant dans chacun d'eux, l'effet sur l'inductance des connexions relient les extrémités des câbles, etc...

c) *Caractéristiques de charge d'une dynamo donnant un courant constant pour un grand écart de vitesses*, par Frescott, 1 600 mots, 3 figures, 6 diagrammes et courbes, 1 appendice de 720 mots.

L'auteur expose une méthode graphique de prédétermination des caractéristiques d'une telle dynamo. Il montre que la valeur

Digitized by Google

maximum du courant dans les spires mises en court-circuit par le passage sous les balais a lieu quand le courant de charge atteint la moitié de sa valeur finale. Des essais au Laboratoire d'Electricité appliquée de l'Université de Liverpool sur une dynamo à pôles non saillants ont montré que la caractéristique à courant constant de la dynamo Rosenberg peut être obtenue sans pôles saillants.

d) *Accrochage d'un moteur synchrone à induction,* par Cotton, 9 300 mots, 1 figure, 16 diagrammes et courbes, 2 tableaux, 2 appendices, 1 bibliographie.

On admet généralement, pour étudier mathématiquement les phénomènes de la mise en vitesse d'un moteur d'induction synchrone, que le couple synchronisant est une fonction sinusoïdale de la distance angulaire entre les champs du stator et du rotor. L'auteur montre que cette hypothèse est fausse pour plusieurs raisons, dont la plus importante est l'effet de la réaction d'induit. Celle-ci introduit dans le couple synchronisant une composante à fréquence double qui modifie considérablement les conditions de mise en synchronisme. Le couple synchronisant d'un moteur à pôles saillants possède aussi une composante de fréquence double, mais produite dans des conditions différentes de celles du moteur à pôles non saillants. Il montre qu'en tenant compte de cette composante, le problème de l'accrochage du moteur comporte une solution mathématique. Il rend compte des résultats d'une recherche expérimentale poursuivie sur un petit moteur d'induction employé comme moteur synchrone.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

(« L'Elettrotecnica » de février 1925)

SOMMAIRE DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — a) *La photométrie moderne, ses problèmes et ses tendances,* par le Professeur Bordoni (fin de la conférence faite à la réunion annuelle de Spezia en septembre 1924), 7 900 mots, 7 figures.

Le Professeur Bordoni poursuit son exposé par la description des spectrophotomètres de Lummer-Brodhun et de Konig-Martens, du lumenmètre et du mésophotomètre de Blondel, de la sphère d'Ulbricht, des lumenmètres polyédriques, des illuminomètres de Houston à Kenelly (à acuité visuelle), de Weber, de Fabry et Buisson, de Sharp-Miller, de Martens, de Trotter, de

Digitized by Google

Dow-Mackinney, de Harrisson, Sharp, Sachwitty. Il termine enfin par l'exposé des méthodes et appareils destinés à des buts spéciaux : mesure d'éclairements rapidement variables, mesures des faibles luminosités, photométrie des sources à direction unique, telles que les projecteurs téléilluminomètres.

b) *La technique la plus récente des transmissions électriques en Italie,* par del Buono (communication présentée à la Conférence mondiale de l'Energie), 3 000 mots, 2 figures.

L'auteur rappelle que les conditions économiques ont amené l'Italie à compléter et à interconnecter ses réseaux en élevant la tension jusqu'à 120 000-130 000 volts. Il passe rapidement en revue les solutions qui ont été données en ce pays aux divers problèmes posés par l'établissement et par l'exploitation de ces réseaux : conducteurs, procédés de détermination des constantes des lignes, isolateurs, calcul des lignes, dispositifs de protection, puissance maxima adoptée pour les lignes et pour les machines, sectionnement des lignes. Il termine par des données numériques sur les installations à plus de 10 000 volts.

c) *Protection contre les surtensions,* par Traverse et Silva (communication présentée à la Conférence des grands réseaux, Paris, novembre 1923), 10 000 mots, 17 figures, 4 courbes (1).

Les auteurs cherchent à déterminer l'ordre de grandeur des efforts diélectriques auxquels sont soumis les isolants lors des surtensions. Considérant que dans une ligne électrique ce sont les transformateurs qui sont le plus exposés, ils limitent leur étude à ces appareils. Ils établissent le schéma de l'inductance et des capacités d'un transformateur en remarquant qu'à l'instant où une onde à front raide ou rectangulaire atteint un transformateur, la distribution initiale de la tension se fait d'après les seules capacités de l'enroulement et comme si son inductance était en court-circuit. La presque totalité de la tension de l'onde se concentre par suite dans la première spire. D'autre part, en vertu de sa période propre le transformateur peut être le siège d'oscillations internes susceptibles d'endommager un point quelconque de l'enroulement. La connexion de l'appareil à la ligne constitue un point

(1) N. D. L. R. — Bien que cette communication ait paru dans le compte rendu de la Conférence, nous croyons utile d'en donner l'analyse, car elle porte en partie sur la propagation des ondes à front raide dans les transformateurs, question qui a fait l'objet d'une discussion étendue au cours de la semaine de discussion de décembre 1924.

Digitized by Google

de réflexion des ondes qui peuvent ainsi doubler la tension appliquée aux bornes; des oscillations libres se développent encore dans un transformateur relié à une ligne, au moment des fermetures ou des ouvertures brusques d'interrupteurs : le transformateur oscillant en quart d'onde si le neutre est à la terre et en demi-onde si le neutre est isolé.

Enfin, un arc à la terre peut faire naître dans le transformateur des oscillations forcées. Les auteurs calculent en valeurs hyperboliques la distribution initiale de la tension le long d'un enroulement atteint par une onde à front raide. Ils déduisent de ce calcul que, dans les appareils modernes, la tension entre les premières spires s'élève, suivant le type de construction, à 5, 10, 20 ou 30 fois la tension normale, soit à 300 ou 400 volts de différence de potentiel par mètre de conducteur, ce qui peut être très dangereux pour l'isolement entre les spires de deux galettes consécutives. Des expériences personnelles ont amené les auteurs à la conclusion que la valeur de 100 volts par mètre ne doit pas être dépassée pour la différence de potentiel le long d'un enroulement. Cette valeur est d'ailleurs celle qui a été prescrite par l'Association suisse des Electriciens. Elle correspond à une vitesse maximum de propagation du front d'onde de 3×10^{10} volt : seconde et à une fréquence qui varie de 20 000 p:s pour 240 000 volts à 320 000 p:s pour 15 000 volts. Les ondes à front raide deviennent dangereuses à partir d'une fréquence d'autant plus basse que la tension d'exploitation est plus élevée : donc, pour conserver le même coefficient de sécurité, l'isolement des transformateurs devra être augmenté plus rapidement que la tension de service.

Pour passer de sa forme initiale, qui est hyperbolique, à sa forme finale, qui est uniforme, la répartition de la tension dans l'enroulement doit parcourir une série d'états transitoires correspondant à des oscillations à la fréquence propre de l'appareil.

Quant aux oscillations forcées, les auteurs montrent que, suivant la valeur de leur fréquence, c'est l'inductance ou la capacité qui devient prépondérante dans leur action ; si la fréquence coïncide avec la fréquence propre, ce qui peut se produire dans le cas d'un arc intermittent à la terre, les conséquences peuvent être désastreuses.

Pour les fréquences supérieures où l'action de la capacité est prépondérante, la répartition du potentiel suivra la même loi que pour la propagation d'une onde à front raide et le gradient maxi-

Digitized by Google

mum se placera sur la spire d'entrée ; pour les fréquences voisines de la fréquence critique, qui sépare les deux ordres de fréquence envisagés ci-dessus, il peut devenir infini. Dans ce cas, l'oscillation forcée correspondante est donc plus dangereuse que toute onde à front raide d'amplitude finie. Les auteurs relatent les données suivantes, qui ont été antérieurement publiées : pour un transformateur de 2 500 kv-A : 120 kv ; la fréquence propre est de 13 000 p:s, la fréquence critique de 250 000 p:s.

Pour un transformateur de 10 000 kv-A, 100 kv, la fréquence propre est de 29 000 p:s, la fréquence critique de 700 000 p:s.

Les auteurs passent ensuite en revue les systèmes de protection adoptés pour les transformateurs.

1° On peut construire des transformateurs à autoprotection, dans lesquels l'état initial soit identique à l'état permanent, ou tels que l'isolement puisse résister à toutes les surtensions, ce qui conduit à renforcer l'isolement des premières spires. Au début de leur communication, les auteurs avaient montré que le gradient maximum de la distribution initiale est α fois celui de la répartition uniforme; α étant égal à la racine carrée du rapport de la capacité entre l'enroulement et la terre à sa capacité entre ses deux extrémités. Pour réduire α il faut donc, soit diminuer la première capacité en augmentant la distance des conducteurs à la masse, ce qui conduit à exagérer les dimensions de l'appareil et le volume de l'huile; soit augmenter la seconde capacité en rapprochant les bobines, en augmentant leur diamètre en même temps qu'on diminue leur épaisseur, ce qui entraîne encore une augmentation des dimensions de l'appareil, soit enfin diminuer le nombre des bobines, ce qui a l'inconvénient d'augmenter la tension entre les couches successives. Les capacités n'intervenant que par leur racine carrée dans l'expression de α, tous ces procédés produiront d'ailleurs un effet limité. On est donc amené à chercher une modification des capacités des bobines individuelles pour modifier la répartition du potentiel dans l'enroulement.

Pour obtenir une répartition uniforme, il faudrait que les capacités entre bobines consécutives croissent proportionnellement à leur numéro d'ordre à partir de l'extrémité mise à la masse et que leurs capacités par rapport à la terre décroissent en sens inverse. La complication d'une telle construction la rend impraticable.

Digitized by Google

D'autre part, le renforcement de l'isolement des premières spires conduit à en réduire le nombre. La tension appliquée aux extrémités de la première bobine et qui ne dépend que de sa capacité avec les autres bobines et avec la masse, ne peut diminuer : la tension entre spires augmentera donc en même temps qu'on renforcera leur isolement et cette solution ne saurait être avantageuse. Si au contraire, on augmente l'isolement entre les bobines successives, on diminuera la capacité entre les extrémités de l'enroulement sans modifier sa capacité avec la terre, ce qui revient à augmenter le rapport α et, par suite, la tension sur la spire d'entrée, ce qui est encore tourner dans un cercle vicieux.

L'expérience a d'ailleurs démontré la complète inutilité du renforcement des prèmières spires, qui déplace vers l'intérieur de l'enroulement le point de concentration de la tension. On est donc conduit à renforcer l'isolement sur toute la longueur de l'isolement, ce qui paraît impossible au point de vue industriel.

2° Il faut donc recourir aux dispositifs extérieurs de protection. Les auteurs rappellent les dispositifs connus, qu'ils discutent : limiteurs à distance explosive, bobines d'inductance dont ils calculent l'effet, notamment sur l'inclinaison des fronts d'onde. Ils montrent que ces bobines sont particulièrement aptes à protéger les circuits à basse impédance d'ondes, soit, pratiquement, les câbles souterrains. Ils indiquent les valeurs de l'inductance à adopter dans divers cas concrets. Ils montrent qu'un transformateur sera beaucoup plus facile à protéger contre les ondes provenant d'une ligne aérienne, s'il est relié à celle-ci par un câble. Ils calculent l'action des bobines sur l'amplitude des ondes mobiles et montrent que, dans certains cas tout au moins, elles ont un effet marqué, et d'autant plus que l'impédance du circuit à protéger est plus faible. Ils remarquent que la résistance étant seule susceptible de produire des effets d'amortissement, une inductance pure ne peut à elle seule amortir des oscillations à haute fréquence ; d'où la combinaison Campos d'une inductance et d'une résistance montées en dérivation. Mais ce dispositif donne, à la sortie, une superposition de deux ondes, l'une déformée par l'inductance, l'autre amortie par la résistance et l'inclinaison de l'onde transmise sera ainsi égale à celle de l'onde incidente.

Les auteurs passent ensuite à l'emploi des condensateurs, à

Digitized by Google

leur action sur les ondes à front rectangulaire et sur l'amplitude des ondes mobiles. Ils donnent une série de graphiques en application de leurs calculs et ils terminent par des considérations pratiques sur le choix à faire, dans un cas donné, entre les dispositifs de protection.

d) *L'électrosidérurgie en Italie*, par Giolitti (communication à la Conférence mondiale de l'Energie, Londres. juillet 1924), 4 000 mots.

Dans ce rapport, de caractère purement économique, l'auteur montre les progrès faits par l'électrosidérurgie italienne et imposés, d'une part, par les nécessités de la défense nationale, et de l'autre par le manque de charbon. La fabrication de l'acier au four électrique a passé de 20 000 tonnes en 1915 à 158 000 tonnes en 1922, alors qu'en cette dernière année, la production totale de l'acier en ce même pays est revenue à son taux d'avant-guerre. Au point de vue de la qualité, il a été obtenu de très bons résultats en accouplant un four électrique basique de fusion à un four électrique acide d'affinage.

En ce qui concerne la production de la fonte, l'auteur rappelle les premiers essais de Stassano en 1898, puis la première installation importante commencée pendant la guerre par la Société Georges Ansaldo et Cie. Cette installation est en voie d'achèvement et elle comprendra six hauts-fourneaux du type Elektrometall, capables d'absorber 1 500 kw. Un de ces hauts-fourneaux a déjà fonctionné pendant une année avec de bons résultats. L'établissement est complété par une fabrication d'alliages ferreux et il fournit de matières premières les aciéries électriques de la Société Cogne-Girod qui, contiguës au premier, se trouvent dans des conditions exceptionnellement favorables pour la production des aciers spéciaux de qualité supérieure.

La production électrique des alliages ferreux, qui était de 1 700 tonnes en 1913, a atteint 20 000 tonnes en 1922. La production la plus importante est celle du ferromanganèse et du ferrosilicium qui sont exportés, avec le ferrotungstène, en quantités notables.

L'auteur conclut que l'électrosidérurgie italienne paraît être appelée à faire de nouveaux progrès au cours des prochaines années.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS

(Bulletin de février 1925)

a) *Notes sur les huiles pour transformateurs*, par Mathis.— L'auteur critique l'essai pratiqué après déshydratation et jusqu'à cessation de l'augmentation de rigidité tel que l'impose l'Union des Syndicats d'Electricité. Il estime que cette prescription conduit à des essais trop longs. Il propose de déterminer la rigidité de l'huile, d'abord avant de la déshydrater, puis après l'avoir échauffée à température fixe pendant un temps déterminé. La rigidité obtenue dans ces conditions devrait être supérieure à un minimum donné. La majorité des échantillons présentés par les fournisseurs d'huiles donneraient satisfaction à cette règle qui permettrait d'écarter une huile présentant avant déshydratation une teneur en eau exagérée. Les conditions les plus favorables pour déshydrater une huile sans la dépolymériser semblent être de la chauffer à 110°-115° C pendant 2 heures. Pour une durée plus longue et pour une température plus élevée, on constate un abaissement de la rigidité. Si on la chauffe un quart d'heure seulement entre 55° C et 60° C il se produit par augmentation de la fluidité de l'huile une précipitation de particules en suspension qui relève la rigidité.

La rigidité diélectrique de l'huile déshydratée s'abaisse naturellement par exposition prolongée à l'air humide ; l'auteur cite un abaissement de 51 pour 100 après 3 semaines d'exposition à l'air. L'état hygrométrique moyen étant de 45° à une température moyenne de 19° C.

L'action d'un arc continu provoque la décomposition partielle des hydrocarbures liquides constituant l'huile en particules de carbone et en hydrogène ou hydrocarbures gazeux, mais sans affecter sensiblement la rigidité diélectrique.

b) *Rédaction des Manuscrits.*

Le Bulletin de février 1925 de la Société belge des Electriciens contient les recommandations suivantes, dont nos propres membres pourront, croyons-nous, faire avantageusement leur profit :

« Les manuscrits doivent être écrits sur le recto des pages exclusivement. Il en est de même des dessins qui doivent être faits au tire-ligne, sur papier blanc, avec de l'encre de Chine bien noire et à une échelle un peu plus grande que celle du cliché à obtenir. Une bonne réduction des dessins est aux 2/3 de leur

Digitized by Google

grandeur. Il faut avoir soin de donner aux lettres et chiffres des figures des dimensions telles qu'ils restent bien lisibles après la réduction. Enfin, n'employer que les symboles internationaux et les abréviations usuelles et écrire le plus lisiblement possible. Lors des corrections des épreuves, éviter les remaniements trop importants, lesquels donnent lieu à des frais supplémentaires. »

ASSOCIATION DE L'INSTITUT MONTEFIORE

Séance du 22 février 1925

Présidence de M. H. Chauvin, *président du Comité scientifique.* — M. Albert della Riccia, ingénieur-conseil à Bruxelles, présente une communication sur un *Système de traction à courant continu, sans résistances de démarrage, et à récupération d'énergie, dont* il est l'inventeur.

L'intérêt pratique des innovations préconisées par le conférencier en matière de traction électrique n'échappera à personne. Leur exposé a suscité le plus vif intérêt.

Digitized by Google

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIETE [1]

ECLAIRAGE.

L'éclairage électrique chez soi. — *Petit manuel d'installation de la lumière électrique,* par H.-B. DE LAQUEUILLE. Cinquième édition entièrement refondue. Un vol. broché 18 cm×11 cm, de 94 pages, avec 45 figures. — Paris, Librairie centrale des Sciences, Girardot et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

CHIMIE ET ELECTROCHIMIE. ELECTROMÉTALLURGIE.

Chimie minérale. Description des éléments chimiques et de leus propriétés, par H. COPAUX, professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, et H. PERPÉROT, sous-chef de travaux pratiques à l'Ecole de Physique et de Chimie. 3 volumes brochés 17 cm×11 cm, de 214, 186 et 202 pages, avec 136 figures. (« Collection Armand Colin », section de Chimie, n°s 41, 42 et 43). — Paris, Armand Colin, 1925. (Don de l'éditeur).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

Mon poste de T. S. F., par Joseph ROUSSEL, secrétaire général de la Société française d'Etude de Télégraphie et de Téléphonie sans fil. Un vol. broché 23 cm×14 cm, de 192 pages, avec 156 figures. — Paris, Librairie Vuibert, 1925. (Don de l'éditeur).

The History of the Telephone in the United Kingdom, by F. G. C. BALDWIN, M. I. E. E., with a Foreword by FRANK GILL, M. Inst. C. E M. I. E. E. Un vol. relié 23 cm×14 cm, de XXVI-728 pages, avec 186 figures dans le texte et hors texte — London, Chapman and Hall, 1925. (Don de l'éditeur).

RECHERCHES PHYSIQUES.

Ionisation et résonance des gaz et des vapeurs, par Léon BLOCH, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne. Un vol. cartonné 24 cm×15 cm, de 223 pages, avec 36 figures dont 3 planches hors texte. (Paru dans « Recueil des Conférences-Rapports de Documentation sur la Physique ». Volume 11, 2e série). — Paris, édité par la « Société de Physique », dépositaires : Les Presses Univresitaires de France, et Librairie A. Blanchard, 1925. (Don des éditeurs).

L'énergie rayonnante, par A. FORESTIER, ingénieur des Arts et Manufactures. *Tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'ondes et des principales caractéristiques du rayonnement électromagnétique avec un résumé des théories actuelles.* Préface de M. Marcel BOLL, docteur ès-sciences. Un vol. cartonné 27 cm×19 cm, de 63 pages. — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1923. (Don de l'éditeur).

Les hallucinations des einsteiniens ou les erreurs de méthode chez les physiciensmathématiciens, par Christian CORNELISSEN. Un vol. broché 19 cm×12 cm, de XIII-86 pages. — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1923. (Don de l'éditeur).

---

(1) Ces ouvrages peuvent être consultés à la Bibliothèque, 14, rue de Staël, de 14 à 17 h, tous les jours, sauf le dimanche.

Digitized by Google

La question préalable contre la théorie d'Einstein, par H. BOUASSE, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. Une brochure 17 cm×11 cm, de 28 pages. — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1923. (Don de l'éditeur).

MÉTÉOROLOGIE PHYSIQUE DU GLOBE.

Électricité atmosphérique, par B. CHAUVEAU. — Deuxième fascicule : *Le champ électrique de l'atmosphère.* Un vol. broché 25 cm×16,5 cm, de x-272 pages, avec 29 figures dans le texte et 11 planches hors texte. — Paris, Gaston Doin, 1925. (Don de l'éditeur).

MATHÉMATIQUES. MÉCANIQUE.

Théorie nouvelle de la probabilité des causes, par Stanislas MILLOT, capitaine de corvette en retraite. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de VI-36 pages. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

Conception géométrique de l'espace à 3 dimensions. Démonstration des Axiomes d'Euclide, par le capitaine Stefan CHRISTESCO. Une brochure 25 cm×16 cm, de 24 pages, avec 30 figures dans le texte. — Paris, Félix Alcan, 1925. (Don de l'auteur).

Conception géométrique adiagonale de l'Hyperespace. *Etude sur la fiction de la 4e dimension*, par le capitaine Stefan CHRISTESCO. Une brochure 25 cm×16 cm, de 24 pages, avec 62 figures dans le texte. — Paris, Félix Alcan, 1925. (Don de l'auteur).

ENSEIGNEMENT.

Leçons d'électrotechnique générale professées à l'École supérieure d'Électricité par P. JANET, membre de l'Institut. — *Sixième édition, revue et corrigée.* Tome I : *Généralités. Courants continus.* Un vol. broché 25 cm×16 cm, de VIII-418 pages, avec 182 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'auteur).

Statique graphique élémentaire et notions préliminaires de résistance des matériaux, à l'usage des élèves architectes, ingénieurs, etc., *suivies des Tables des Poutres et Poutrelles en bois et en fer, classées par ordre numérique de modules de section* 1 , par M. DARRAS, ingénieur, rédacteur à la « Revue des Matériaux de Construction » et au « Constructeur de Ciment armé ». Avec préface de Auguste LIÉVIN, ingénieur des Arts et Manufactures. — Deuxième édition revue et corrigée. Un vol. broché 23 cm×14 cm, de VI-397 pages, avec 205 figures. — Paris, Librairie centrale des Sciences, Girardot et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

MANUEL.

Manuel pratique de l'Amateur de T. S. F. — *Télégraphie, Téléphonie, Emision, Réception*, par Franck DUROQUIER. Un vol. broché 21 cm×14 cm, de VIII-232 pages, avec 171 figures. — Paris, Dunod 1925. (Don de l'éditeur).

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS

PUBLICATION SUBVENTIONNÉE PAR LA CONFÉDÉRATION DES SOCIETÉS SCIENTIFIQUES FRANÇAISES
A L'AIDE DES FONDS ALLOUÉS PAR LE PARLEMENT

PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ.

Les moteurs Diesel et les moteurs Semi-Diesel, par G. VAILLOT. Préface de M. A. LÉVY. 2 vol. brochés 28 cm×23 cm, de XI-981 pages, avec 1126 figures et 29 planches hors texte. — Paris, Dunod, 1923.

Après une courte introduction qui constitue un historique de l'invention et des premiers moteurs réalisés l'auteur résume les lois qui régissent la transformation de la chaleur en travail, il étudie les divers cycles de fonctionnement, l'utilisation thermique des hydrocarbures et compare le rendement des divers systèmes de moteurs.

L'auteur examine ensuite au point de vue théorique l'établissement des machines et les méthodes de détermination de leurs organes. Après un chapitre consacré aux combustibles et aux huiles de graissage, l'ouvrage décrit une série de moteurs réalisés dans différents pays.

Le 2e volume est consacré à l'étude détaillée des principaux organes des moteurs et des appareils auxiliaires, il présente des exemples d'installations faites à terre et sur des navires, il fait connaître ensuite les conditions à exiger d'un bon atelier de construction et traite en détail l'importante question des essais, il donne ensuite d'utiles renseignements sur la conduite, les avaries et l'entretien des moteurs, il termine par l'indication des règlements du Lloyd's Register et du Bureau Veritas.

Cet ouvrage très complet vient à son heure au moment où les applications des moteurs Diesel et Semi-Diesel prennent dans le monde un grand développement, particulièrement dans la marine, il apporte à l'ingénieur des documents précis et ordonnés qui faciliteront sa tâche pour la construction et l'installation des moteurs ; les exploitants et spécialement les armateurs rouveront un auxiliaire apprécié dans ce livre qui les guidera d'une manière très sûre d'abord pour le choix puis pour l'entretien des moteurs, ils y trouveront aussi d'utiles conseils pour remédier éventuellement à certains défauts d'installation, enfin, les vues d'avenir sur la propulsion des bateaux et l'application de la transmission électrique intéresseront tous les techniciens.

La clarté du texte et de l'exposition rendent ce livre d'une lecture facile, il évitera bien des recherches longues et pénibles à ceux qui s'intéressent aux moteurs Diesel.

MÉTÉOROLOGIE

Traité d'Électricité atmosphérique et tellurique, publié sous la direction de E. MATHIAS. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de XX-250 pages avec figures. — Paris, les Presses Universitaires de France, 1924.

Dans cet ouvrage, préfacé par M. Daniel Berthelot, on trouvera exposé par des spécialistes l'étude des principales manifestations de l'électricité dans l'atmosphère et dans le sol.

C'est ainsi que M. Dongier décrit les manifestations électriques dans l'atmosphère sereine, que M. Maurain expose les mesures et les théories relatives à la conductibilité de l'atmosphère. Cette conductibilité dépend évidemment de la mobilité des ions dans l'air, mobilité qu'étudie M. Mathias. Mais l'existence de ces ions est probablement due à des phénomènes de radioactivité décrits par le Docteur Loisel.

L'atmosphère n'est pas toujours sereine et nous trouverons sous la plume de M. Mathias l'étude de ces manifestations brutales de « la foudre ». M. Mathias

Digitized by Google

nous parle des moyens de nous mettre à l'abri de ces manifestations brutales en nous parlant des paratonnerre.

Les phénomènes aqueux, la pluie, la neige, contribuent beaucoup à produire des variations électriques du sol et de l'atmosphère d'où un chapitre sur les précipitations aqueuses dû également à M. Mathias.

L'étude de la propagation des ondes radiotélégraphiques contribuera certainement pour beaucoup à nous renseigner sur l'état électrique de l'atmosphère.

Les auteurs de ce livre ont donc été bien inspirés en demandant à M. Mesny d'exposer à leurs lecteurs les lois qui régissent cette propagation.

Les perturbations électriques dans le sol sont évidemment en connexion avec les manifestations électriques de l'atmosphère, d'où deux nouveaux chapitres, l'un sur les courants telluriques par M. Jean Bosla et un autre sur le magnétisme terrestre par M. Maurain.

Un chapitre sur les courants telluriques d'origine industrielle par M. Girousse et un autre sur la radioactivité du sol par M. Loisel terminent cet ouvrage qui intéressera vivement, nous n'en doutons pas, tous les électriciens.

ANNUAIRE

Annuaire pour l'an 1925, publié par le bureau des Longitudes, avec des notices scientifiques. Un vol. broché 14 cm×10 cm, de 686 pages, avec figures et 4 planches hors texte. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925.

Dans les sept chapitres de l'annuaire du Bureau des Longitudes pour 1925, on trouvera cette année, outre les données astronomiques qui sont évidemment la base de cet ouvrage, un grand nombre de renseignements géographiques.

L'annuaire comporte, en outre, suivant l'usage, deux notices scientifiques.

L'une de l'ingénieur général hydrographe Fichat est un exposé magistral de la théorie actuelle des marées.

L'autre, due à la plume du général Ferrié, donne de très précieux renseignements sur les lampes à trois électrodes, leur montage dans les amplificateurs à haute et basse fréquence, leur application à la production des ondes radiotélégraphiques et quelques applications particulières à certains problèmes d'astronomie.

Cette dernière notice à elle seule suffirait à assurer le succès de l'ouvrage.

COMMÉMORATIONS

Le livre du cinquantenaire de la Société française de Physique. Un vol. broché 25 cm×17 cm, de 160 pages. — Paris, Edition de la Revue d'Optique théorique et instrumentale, 1925.

Nous avons été heureux de retrouver dans ce volume un souvenir des solennités qui célébrèrent le cinquantième anniversaire de la Société française de Physique.

De nombreux savants étrangers avaient répondu à l'invitation qui leur avait été adressée et plusieurs, parmi les plus éminents acceptèrent de faire des conférences sur les points de la science dont ils s'occupaient particulièrement.

Ce sont ces conférences qui ont été rassemblées. Elles constituent la majeure partie de l'ouvrage, le reste étant constitué par les allocutions prononcées au banquet qui réunit les membres de la Société de Physique et leurs invités et par un intéressant article de M. Marcel Brillouin rappelant dans quelles conditions d'Almeida, Cornu, Cornez, Lissajous et Mascart fondèrent la Société.

Digitized by Google

IL Y A TRENTE ANS

SOMMAIRE

1° Réunion du mercredi 6 mars 1895 :
a) Traction électrique de l'embranchement minier de Montmartre à la Béraudière, près Saint-Etienne, M. Hillairet, p. 293.
b) Traction électrique sur les canaux, M. de Bovet, p. 294.
2° Extraits du Bulletin :
a) Institution des Ingénieurs électriciens de Londres, p. 295.
b) Société royale de Londres, p. 295.
c) Société de Physique de Londres, p. 295.
d) Société électrotechnique de Vienne, p. 296.

1° REUNION DU MERCREDI 6 MARS 1895

Présidence de M. Postel-Vinay.

a) M. Hillairet, qui était à cette époque secrétaire général, décrit *une installation de traction électrique* qu'il a dû improviser en six semaines sur le chemin de fer minier de Saint-Etienne à la Béraudière, dans une région où le sol, particulièrement instable, ne permettait pas de maintenir la section des tunnels au gabarit des locomotives à vapeur. Un chassis de wagon fut transformé en locomoteur par l'adjonction d'une dynamo série et de ses appareils de manœuvre. Un pignon en bronze dur à chevrons attaquait une roue en fonte faisant corps avec la partie femelle d'un embrayage électro-magnétique de Bovet.

La partie mâle portait un pignon Galle qui n'était entraîné que quand le courant principal traversait l'embrayage. Sur ce pignon passaient deux chaînes à maillons pleins attaquant chacune un des essieux.

Les sabots frotteurs de prise de courant pouvaient prendre un mouvement d'une amplitude supérieure à celle imposée par les déformations maxima de la voie. Le rail isolé était muni d'éclisses normales avec interposition de feuilles de cuivre de 0,5 mm d'épaisseur. Le retour se faisait par les rails de roulement et par un fil de cuivre de 6 mm assurant la continuité du circuit en cas de desserrage des éclisses.

L'usine génératrice comprenait une dynamo bipolaire de 36 kw sous 360 v menée directement par un moteur pilon com-

Digitized by Google

pound de Weyher et Richemond à échappement libre et à 275 t:m. L'effort de démarrage du locomoteur atteignait 2 500 kg en courbe et en rampe. La vitesse minima, pour un effort de traction de 1 500 kg en rampe de 14 mm dépassait 6 km:h. Le rail d'amenée de courant était isolé au moyen de tasseaux de chêne paraffiné sur sommiers portés eux-mêmes par des traverses. Dans ces conditions, le courant dérivé au sol était de 1 ampère par temps sec et de 4 ou 5 ampères par neige fondue. En mars 1985, l'installation fonctionnait depuis 15 mois.

Sur une observation de M. Dieudonné, M. Hillairet précise que le type de chaîne de Galle employé pesait 17 kg au mètre et ne travaillait qu'au 1/30 de sa charge de rupture.

b) M. de Bovet rappelle les conditions particulières qui caractérisent au point de vue de la propulsion la navigation intérieure et spécialement la *navigation sur canaux :* faible vitesse, écluses nombreuses et enserrant étroitement la forme du bateau, faible coût de la traction animale, etc. Il montre que la traction électrique paraît la plus apte à fournir la solution du problème posé qui se rapproche de celui des tramways. Mais l'emploi du trolley doit être écarté en raison de la hauteur des mâts et des cheminées et du manque de précision des parcours. Il passe en revue diverses autres solutions qui ont été essayées antérieurement et dont il montre les inconvénients : locomotives sur la voie de halage, touage mécanique Bouquié avec poulies à empreintes, traction funiculaire Oriolle et Maurice Lévy, propulsion par hélice avec moteur électrique installé à bord, hélices montées sur le gouvernail soit à demeure (système Busser), soit amovible (système Galliot), touage électrique par dynamo (systèmes Busser et de Bovet). Le dernier système comportait une poulie à adhérence magnétique et M. de Bovet en donne la description et les résultats. La prise de courant sur la ligne aérienne est faite par un conducteur isolé flexible et extensible automatiquement, de manière à rester toujours tendu. Les essais ont été faits sur une longueur de 400 m du canal Saint-Denis. L'expérience a montré que la chaîne de touage ne pouvait servir de conducteur de retour, une longueur de 50 m ne laissant plus passer le courant nécessaire pour faire tourner la réceptrice à vide. L'appareil de touage était fixé par un chassis sur les plats bords avant de la péniche. Une dynamo tournant à 1 000 t:m actionnait par fric-

Digitized by Google

tion et engrenages la poulie aimantée qui tournait à 40 t:m, ce qui correspond à une vitesse de 3 km:h. Des dispositifs permettaient de modifier l'angle d'enroulement de la chaîne sur la poulie : avec un enroulement de 180° la poulie peut porter sans glissement un poids de 500 kg en absorbant un courant de 2 A, l'excitation étant alors de 4 900 ampères-tours. Dans ces conditions, sur une péniche de 300 tonnes, la vitesse normale, atteinte sur un parcours de 80 m était de 2 800 à 2 900 m:h avec un débit de 20 A correspondant à une puissance de 2,2 kw à la station génératrice. Le conférencier estime que sur un canal débitant chaque jour 60 bateaux, ce qui correspond à un trafic annuel de 3 360 000 tonnes, les frais d'installation avec un système à double fil (sur chaque rive) et à double chaîne, seraient de 25 000 fr par kilomètre, chaque station génératrice alimentant 12,5 km de voie.

2° EXTRAITS DU BULLETIN

a) Institution des ingénieurs électriciens de Londres.

M. Savers fait une communication sur ses dynamos à armature réversible régénératrice. Après avoir rappelé qu'elles sont caractérisées par l'intercalation entre chaque jonction de deux sections voisines et la lame du collecteur correspondante d'un circuit compensateur enroulé sur le fer induit, il indique que pour changer le sens de la machine sans dérouler le compensateur, il suffit de décaler les balais de la distance des deux pôles. Pour coupler en parallèle deux machines de ce genre, il ajoute un second équipage de balais réunis en parallèle et décalés sur le premier de 1/4 ou 1/5 de circonférence.

b) Société royale de Londres. — M. Mordey a reconnu que les pertes dans le fer des transformateurs en service augmentent de 1 ou 2 pour 100 avec l'usage ; que ce changement physique est dû à l'échauffement causé par la perte par hystérésis, qu'il est analogue à l'effet produit par le martelage, le laminage et le trempage et que le fer revient à l'état primitif après repos.

c) Société physique de Londres. — M. Skinner communique des observations sur la pile étain-chlorure chromique-platine : par la méthode de Poggendorf, il a trouvé 0,44 v à 15° C et 0,40 v à 97° C pour la force électromotrice. Les réactions à chaud et à froid sont inverses, mais la force électromotrice ne s'inverse pas.

Digitized by Google

d) Société électrotechnique de Vienne. — M. Kessler a reconnu que dans les éléments Daniell, Grove ou Bunsen, une élévation de température du liquide augmente ou diminue la force électromotrice, suivant que cette élévation est produite au pôle positif ou au pôle négatif.

M. Pickelmayer a vérifié expérimentalement les résultats de l'effet Ferranti avec une machine Siemens d'une résistance de ,6 ohms, une self-inductance de 0,09 henry, un condensateur de 0,15 à 0,17 microfarads et un transformateur de rapport 20. Les tensions observées concordent sensiblement avec les tensions calculées pour trois vitesses différentes de l'alternateur. M. Sahulka rappelle les expériences qu'il a effectuées au moyen d'un transformateur à noyau droit ; le primaire recouvrait un quart et le secondaire les trois autres quarts du noyau ; l'introduction d'un condensateur de 5 microfarads faisait monter la tension de 18 pour 100.

M. Sahulka décrit le commutateur de Pollak, qui permet de charger les accumulateurs en employant des courants alternatifs : cet appareil, entraîné par un moteur synchrone, comprend autant de segments qu'il y a de pôles à l'alternateur : deux systèmes de brosses solidaires et mobiles sont reliés aux pôles de la batterie ; on les déplace de manière que la rupture ait lieu au moment où la force électromotrice instantanée du courant alternatif est égale à la force électromotrice de la batterie. Avec du courant monophasé, le courant continu recueilli au collecteur serait pulsatoire. M. Frisch indique que le nouveau transformateur de Ganz permet la transformation du courant continu en courant alternatif.

M. Lang, reprenant les expériences de Lodge sur la détection des ondes électriques par leur effet sur les contacts imparfaits, remarque que cet effet se produit entre métaux et charbon, ce qui écarte l'hypothèse émise par Lodge d'une soudure électrique. Il montre que les ondes sont arrêtées par les conducteurs et qu'elles traversent les isolants, qu'elles sont déviées par des prismes isolants, etc.

Le gérant : J. Guyot.

IMP. HENRIOT — 50, RUE GERBERT, PARIS

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

SOMMAIRE

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS :

Assemblée générale du samedi 4 avril 1925, p. 298 :

Adoption des rapports du Comité d'Administration.

Adoption des rapports de la Commission des Comptes.

Adoption des rapports du directeur du Laboratoire central et de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Renouvellement des pouvoirs du secrétaire général et du trésorier.

Changement de date du recouvrement des cotisations.

Réunion ordinaire mensuelle du samedi 4 avril 1925, p. 300.

Admission de membres titulaires, p. 300.

Membres décédés, p. 301.

RAPPORTS A L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE :

Rapport du Comité d'Administration, p. 303.

Rapport de la Commission des Comptes, p. 309.

Rapport annuel sur le Laboratoire central et l'Ecole supérieur d'Electricité, par M. P. Janet, directeur, p. 320.

COMMUNICATIONS TECHNIQUES (1) :

Emploi des lampes électriques portatives dans l'exploitation des mines (M. MATHIVET), p. 333. — Un nouveau débouché du chlore : la fabrication de la cellulose (M. MATIGNON), p. 355.

INFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS :

1° Principales décisions de l'Assemblée générale et du Bureau en avril 1925, p. 375.

2° Commissariat général italien à l'Exposition de Grenoble de 1925, p. 375.

3° Nouvelles liaisons radioélectriques, p. 375.

4° Programme provisoire de la Semaine de Discussions du 26 au 31 octobre 1925, p. 376.

TRAVAUX DES SECTIONS :

Sommaire, p. 379 ; texte, p. 379-388.

ECHOS DES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES :

Sommaire, p. 389 ; texte, p. 389-407.

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ, p. 408.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS, p. 410.

IL Y A TRENTE ANS :

Sommaire, p. 413 ; texte, p. 413-416.

(1) La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

Digitized by Google

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

du samedi 4 avril 1925

Présidence de M. LEBAUPIN.

L'Assemblée est ouverte à 17 heures.

Il est donné lecture du rapport du Comité, du rapport de la Commission des Comptes et du rapport sur le Laboratoire central et sur l'Ecole supérieure d'Electricité (1).

Ces trois rapports sont adoptés à l'unanimité.

RENOUVELLEMENT DES POUVOIRS DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL ET DU TRÉSORIER JUSQU'AU 1er JANVIER 1928.

M. le Président rappelle que, par suite des modifications récemment apportées aux articles 10 et 17 du règlement intérieur, il est nécessaire de donner cette année aux mandats expirés du secrétaire général et du trésorier une durée telle qu'ils prennent fin à une époque de renouvellement du Comité, soit au 1er janvier 1928.

Le Comité propose le renouvellement des mandats de M. Maurice LEBLANC, comme secrétaire général, et de M. M. MEYER, comme trésorier. Un bulletin de vote portant ces deux noms a été joint à la convocation pour l'Assemblée générale.

M. le Président invite les membres qui n'auraient pas envoyé leur bulletin de vote à le déposer dans l'urne.

Deux bureaux de scrutin sont constitués sous le contrôle de deux membres du Bureau.

Après dépouillement, M. le Président proclame les résultats suivants :

Votants : 485.

Bulletins nuls : 3.

Ont obtenu :

Secrétaire général : M. Maurice LEBLANC *:* 482 voix.

Trésorier : M. Marcel MEYER *:* 482 voix.

Ces deux mandats sont donc renouvelés à l'unanimité des votes exprimés.

---

(1) Ces trois rapports sont insérés pages 303-332 du présent Bulletin.

Digitized by Google

CHANGEMENT DE LA DATE DE RECOUVREMENT DES COTISATIONS. — M. le Président annonce que le Comité d'administration a proposé, dans sa séance du 26 novembre 1924, d'avancer à la fin du premier trimestre la date extrême de recouvrement des cotisations qui est fixée au 30 juin par l'article 4 du règlement intérieur. La sanction appliquée aux retardataires sera la suspension du service du Bulletin. Il demande à l'Assemblée de vouloir bien adopter cette proposition qui entraînera, pour l'article sus-visé du Règlement intérieur, la nouvelle rédaction ci-après :

« *Art.* 4. — Le paiement des cotisations suivantes devra être effectué du 1er janvier au 31 mars. »

La proposition, mise aux voix, est adoptée à l'unanimité des membres présents.

L'Assemblée générale est close à 18 heures.

Digitized by Google

RÉUNION ORDINAIRE MENSUELLE

du samedi 4 avril 1925

Présidence de M. LEBAUPIN.

La séance est ouverte à 18 heures.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné connaissance des demandes d'admission suivantes :

Baron (Yves-Camille-Marie), élève à l'E. S. E., diplômé de l'Ecole spéciale de Mécanique et d'Electricité, 47, rue de la Procession, à Paris (15e). — Présenté par MM. Janet et Guilbert.

Bichet (Louis), directeur technique de la Société anonyme des Accumulateurs Monoplaque, 66, rue Colbert, à Colombes (Seine). — Présenté par MM. Lebaupin et P. Bossu.

Bourgogne (Georges), ingénieur, chef des services techniques de la Zone Nord Nord-Lumière (Le Triphasé), 11, rue de Trétaigne, à Paris (18e). — Présenté par MM. P. Eschwège et Girousse.

Brey (Paul-Léon), ingénieur à la Société Le Nord-Lumière, 20, avenue Baudoin, à Epinay-sur-Seine (Seine). — Présenté par MM. P. Eschwège et Girousse.

Damoiseaux (Albert-François-Joseph), ingénieur commercial à l'International Western Electric Co, 14, square Desaix, à Paris (15e). — Présenté par MM. J. Grosselin et André.

Desmet (Marcel), constructeur-électricien, 226 bis, rue de Solférino, à Lille (Nord). — Présenté par MM. J. Grosselin et Swyngedauw.

Drilhon (Robert-Charles-Henry-Emmanuel), ingénieur à la Société des grands Réseaux électriques, 44, rue Nicolo, à Paris (16e). — Présenté par MM. Aujoulet et de Rocquigny.

Exelmans (Maurice), ingénieur à la Société Holophane, 58, rue la Boëtie, à Paris (8e). — Présenté par MM. Lebaupin et P. Bossu.

Faul (Emile), directeur fondateur des Usines à gaz et d'Electricité de Sarrebourg, à Sarrebourg (Moselle). — Présenté par MM. O. Meyer et Trolley de Prévaux.

Fenouillet (Léon), administrateur-délégué des Sociétés Energie électrique du Cambrésis, Secteur électrique de Gouzeaucourt, directeur de la Société d'Intérêt collectif agricole de Cambrai-Est, 16, place de la Tour-d'Abancourt, à Cambrai (Nord). — Présenté par MM. J. Grosselin et Swyngedauw.

Groslier (Léon), ingénieur à la Société Nord-Lumière (Le Triphasé), 11, rue Faraday, à Paris (17e). — Présenté par MM. P. Eschwège et Girousse.

Guyetand (Maurice-Henri), chef de fabrication, constructions radioélectriques « Wireless », 13, rue du Hameau, à Paris (15e). — Présenté par MM. Lemenand et Drouot.

Jouannaud (Gabriel), ingénieur représentant de la Maison Breguet, 44, avenue Louise, La Madeleine (Nord). — Présenté par MM. J. Grosselin et Swyngedauw.

Lemay (Joseph), directeur de la Compagnie générale d'Electricité (Succursale de Lille), 287 bis, rue Solférino, à Lille (Nord). — Présenté par MM. J. Grosselin et Swyngedauw.

Marchal (Pierre-Louis-Donat), industriel, 2, avenue Alphand, à Paris (16e). — Présenté par MM. Lebaupin et P. Bossu.

Messager (Ernest), directeur de l'Agence de Lille de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, 41, rue de Turenne, à Lille (Nord). — Présenté par MM. J. Grosselin et Swyngedauw.

Digitized by Google

Mouturat (André), ingénieur au Nord-Lumière (Le Triphasé), 201, rue Lafayette, à Paris (10e). — Présenté par MM. Eschwège et Girousse.

Rossignol (Charles-Adrien-Pierre), ingénieur chez MM. Schneider et Cie, ingénieur des Arts et Métiers, 119, rue de la Convention, à Paris (15e). — Présenté par MM. Mazen et R. Rougé.

Savart (Lucien-Pierre), chef des Services commerciaux à la Société Nord-Lumière (Le Triphasé), 4, rue de Vienne, à Paris (8e). — Présenté par MM. P. Eschwège et Girousse.

Venevelles (Georges-Marie-Louis, Comte de), ingénieur à la Société française des Machines électriques à Puissance autoréglable, 40, avenue d'Iéna, à Paris (16e). — Présenté par MM. P. Bossu et Gottraux.

Ces candidats sont élus membres titulaires de la Société française des Electriciens.

M. le Président fait part du décès de MM. *Poggi* et *Vial* et adresse aux familles les condoléances de la Société.

Il remercie M. WALTER pour le don à l'Ecole supérieure d'Electricité de deux transformateurs d'intensité et les donateurs des ouvrages offerts dont la liste est donnée à la page 408 du présent *Bulletin*.

Il donne connaissance du programme du voyage dans la Haute-Italie, qui se fera du 4 au 17 septembre 1925.

Il donne la parole à M. MATHIVET, ingénieur en chef aux mines de Vicoigne, Nœux et Drocourt, sur l'emploi des lampes électriques portatives dans l'exploitation des mines (1).

Le conférencier indique le grand développement pris récemment dans les exploitations minières par les lampes électriques à accumulateurs, dont le seul inconvénient sérieux est de ne pas déceler la présence du gaz grisou comme permet de le faire la lampe à essence. A tous autres égards, elles se révèlent comme très supérieures. Après avoir décrit les nouvelles lampes, il compare les résultats donnés par les accumulateurs acides au plomb et par les accumulateurs alcalins au fer-nickel. Il décrit, en terminant, les particularités de construction adoptées pour ces derniers par la Société des Accumulateurs fixes et de Traction.

M. le Président remercie M. Mathivet. Il le félicite des résultats qu'il a obtenus, car, bien qu'il n'en ait rien dit, tous les intéressés connaissent la part prépondérante qu'il a prise dans la diffusion des nouvelles lampes aux mines d'Anzin et aux mines de Nœux.

M. le Président donne la parole à M. MATIGNON, professeur au

(1) Cette communication est insérée à la page 333 du présent Bulletin.

Digitized by Google

Collège de France, pour une communication sur un nouveau débouché du chlore : la fabrication de la soude électrolytique (1).

L'auteur, après avoir rappelé les applications industrielles de la soude et du chlore, et le besoin de débouchés nouveaux pour les usines qui avaient fabriqué ce dernier gaz pendant la guerre, expose que les Etablissements Pomilio, de Naples, ont réussi à extraire la cellulose de la lignine par l'action du chlore. Ils opèrent sur l'alfa, matière première qui est devenue abondante. L'auteur décrit les appareils et les procédés employés; il donne des renseignements économiques sur les matières premières susceptibles d'être utilisées et sur les applications de la cellulose.

M. le Président remercie M. Matignon de sa très intéressante communication si documentée et qui ouvre des aperçus nouveaux pour beaucoup d'entre nous.

La séance est levée à 18 h. 45.

(1) Cette communication est insérée à la page 355 du présent Bulletin.

Digitized by Google

RAPPORTS A L'ASSEMBLEE GENERALE

du samedi 4 avril 1925

RAPPORT DU COMITÉ D'ADMINISTRATION

MESSIEURS,

Au cours de l'exercice 1924, les décisions prises par votre Assemblée générale, votre Comité et votre Bureau ont été les suivantes :

Le 5 avril, vous avez décidé, sur la proposition de votre Comité, de réduire à 25 francs la cotisation des élèves de l'Ecole supérieure d'Electricité et des Instituts électrotechniques qui y préparent, pendant leur scolarité et jusqu'à l'expiration d'un délai de 3 ans après leur sortie.

Par contre, vous avez doublé la cotisation des Groupements et Sociétés scientifiques et industriels.

Nous enregistrons avec plaisir que des sociétés comme la Société des Forces motrices du Rhône et la Compagnie générale des Câbles de Lyon ont augmenté et même triplé le minimum de leur cotisation.

Nous ne pouvons qu'insister pour que cet exemple soit suivi par de nombreuses sociétés pour lesquelles le montant de la cotisation est infime en présence des services que la Société française des Electriciens s'efforce de leur rendre.

La même Assemblée générale a décidé de reporter au mois de janvier l'Assemblée qui renouvelle les pouvoirs des membres du Bureau et du Comité et de modifier en conséquence le texte des statuts.

Ce soir, nous vous demandons d'approuver la décision prise par votre Comité de changer la date de recouvrement des cotisations afin que, comme dans la plupart des sociétés analogues, le recouvrement ait lieu dès le début de l'année. Il n'est pas besoin de souligner les avantages de cette mesure.

Vous allez être aussi appelés à renouveler les pouvoirs de votre secrétaire général et de votre trésorier jusqu'au 1er janvier 1928, en sorte que tous les pouvoirs renouvelables viennent à expiration à une même date.

Digitized by Google

Votre Comité a passé, au cours de l'année, avec le Laboratoire Ampère à 1 000 000 de volts, une convention pour l'exécution des essais à très haute tension.

Il a décidé, en principe, de ne plus délivrer de numéros manquants du Bulletin que contre remboursement.

Il a également décidé d'adopter, dans les publications de la Société, le symbole « ch » pour le cheval vapeur et « ch-h » pour celui du cheval-heure.

Il a adopté la décision prise par le Bureau d'ouvrir les annonces de placement aux sociétés amicales, même lorsqu'il s'agirait de personnes ne faisant pas partie de la Société.

Votre Bureau s'est fait représenter par des délégués spéciaux aux solennités suivantes :

Fêtes du Centenaire de Lord Kelvin, à Londres : M. BOUCHEROT.
Mémorial d'Eric Gérard, à l'Institut Montefiore : M. BOUCHEROT.
Fêtes de l'Association électrotechnique tchéco-slovaque : M. ROTH.
Congrès d'Eclairage de Genève : M. JOUAUST.
Congrès de l'Association pour l'Avancement des Sciences, à Liège : M. BLONDIN.
Centenaire du Franklin Institute : M. FABRY.
Congrès de Mathématiques de Toronto : M. POMEY.
Congrès de l'Associazione elettrotecnica italiana : Le délégué général.
Centenaire du Rensselaer Polytechnic Institute : M. ABRAHAM.
Cinquantenaire de l'Ecole polytechnique de Bruxelles : M. JANET.

Des comptes rendus de ces différentes solennités vous ont été faits à la fin de 1924 ou au commencement de 1925.

Au mois de décembre, votre Bureau, a, au cours d'une cérémonie toute intime, remis à M. Blondel la Médaille Mascart que vous lui aviez décernée. M. Blondel a remercié le Bureau en termes émus et l'a prié d'être son interprète auprès de la Société tout entière pour lui exprimer sa vive gratitude.

Nous avons participé à l'Exposition de la Quinzaine d'Electrification rurale, à Lyon, dans des conditions que le Comité d'organisation a bien voulu faire particulièrement favorables pour nous.

Pour ne pas allonger ce rapport à l'excès, nous nous contenterons de vous rappeler en une sèche énumération les communications faites aux séances.

MM.

ALTMAYER. — Les progrès de l'électrolyse dans le zinc.
BELIN. — Nouvelles expériences sur la transmission des images à distance.
BERGEON. — Utilisation par les chaudières électriques de l'énergie intermittente des usines hydro-électriques.
BETHENOD. — Application de la récupération aux chemins de fer électriques à trafic intense et arrêts fréquents.
BLONDEL et JANET. — Note sur la Société française des Electriciens.

Digitized by Google

BONNEAU. — Présentation des hauts-parleurs de la Société des Etablissements Gaumont.
BOSSU. — Eclairage des automobiles (Semaine de décembre).
BOSSU. — Note sur les essais photométriques des projecteurs d'automobiles.
BUNET. — Lignes électriques en fil de fer (Semaine de décembre).
BUNET. — Le facteur de puissance en électrochimie et en électrométallurgie. (Semaine de décembre).
BUNET. — Ondes à front raide. (Semaine de décembre).
CAHEN (L.). — Le progrès et l'état actuel de la technique des lignes pupinisées (Semaine de décembre).
CAYERE. — Sur les groupes hydroélectriques de basses chutes (gr. S.-E.).
COMANDON (Dr). — De l'application du cinématographe à l'étude et à la reproduction des phénomènes microbiologiques.
EHRMANN. — Remarque sur la ventilation forcée des machines électriques.
FABRY. — La photométrie hétérochrome. (Semaine de décembre).
FALLOU. — Mise en court-circuit des machines synchrones et asynchrones.
FERY. — L'état actuel de l'industrie des piles électriques. (Semaine de décembre).
FOURNIER. — Application de la formule de Weber au calcul de la déviation des rayons lumineux.
GILLON. — Les installations d'essais à très haute tension.
GIRAN. — Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées. (Semaine de décembre).
GIROZ. — Les redresseurs à vapeur de mercure.
GUEDENEY. — Le labourage électrique. (Séance commune avec la Société des Ingénieurs civils de France).
HUNTER. — Contrôle et manœuvres dans les réseaux électriques à haute tension.
JANET. — Les travaux du Laboratoire central d'Electricité depuis sa fondation.
LEBOUCHER. — Les locomotives à grande vitesse, type 2 × C × 2 de la Compagnie des chemins de fer du Midi.
LEGROS. — Coefficient de déformation des courbes de force électromotrice des alternateurs. (Semaine de décembre).
MARIAGE. — L'éclairage public en Hollande.
MARSAT. — Les projecteurs d'automobiles et le code de la route. (Semaine de décembre).
MESNY. — La radiogoniométrie à bord des navires métalliques. (Semaine de décembre).
MONTORIOL. — Les récents perfectionnements apportés à l'appareil Baudot et ses applications nouvelles. (Semaine de décembre).
MOUSSET. — Applications de l'électricité aux appareils agricoles. (Séance commune avec la Société des Ingénieurs civils de France).
PARODI. — Signalisation entre locomotives électriques en marche.
PICOU. — Des aimants et de leur emploi dans les instruments de mesure.
REYNAUD-BONIN. — La modulation en téléphonie sans fil. (Semaine de décembre).
SAGET. — Appareillage pour essais en haute fréquence des isolateurs de lignes à haute tension.
SEMENZA. — Quelques considérations sur le problème des échanges d'énergie entre réseaux électriques.
SOSNOWSKI. — Observations au sujet des turbines Laval.
THOVERT. — Isolants, aspect actuel de la question (au Groupe S-E).
TRIBOT-LASPIERE. — Compte rendu des essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs.
WEINTRAUB. — Emploi du bore pour le moulage du cuivre (observations sur la communication de M. Guillet).

Nous adressons l'expression de notre reconnaissance à nos savants collègues.

Nous vous rappelons que les communications de MM. GUEDENEY

Digitized by Google

et MOUSSET ont été présentées au cours d'une séance commune avec la Société des Ingénieurs civils de France, le 20 juin 1924, et nous souhaitons vivement que de nombreuses occasions se présentent dans l'avenir de renouveler cette collaboration avec nos collègues des autres branches de l'industrie.

Nos sections ont été plus fréquentées encore que l'année dernière.

Nous en exprimons ici très vivement la reconnaissance de la Société tout entière à nos dévoués Vice-Présidents.

Au mois de décembre, la semaine de discussions a eu lieu avec un succès qu'ont pu apprécier les nombreux participants. La « Revue générale de l'Electricité » a déjà rendu compte de ces discussions dont le procès-verbal in-extenso paraîtra prochainement.

Seule l'époque qui avait été choisie, soit la fin de décembre, a paru incommode à certains de nos collègues et nous avons décidé, à titre d'essai, de tenir ces discussions cette année dans la dernière semaine d'octobre.

Nous avons tout lieu d'espérer que les questions qui n'avaient pu être complètement mises au point en décembre dernier pourront être approfondies cette année en même temps que d'autres que l'actualité portera tout naturellement à notre ordre du jour.

Les essais contrôlés dont nous vous avons annoncé la création l'année dernière ont donné les résultats suivants :

Les essais d'appareils d'appel ont montré qu'il existait un appareil pouvant assurer l'appel dans les réseaux de distribution, mais que les communications téléphoniques ne pouvaient être encore établies dans des conditions satisfaisantes.

Ces essais vont être repris.

En ce qui concerne les appareils permettant de réduire les pertes à vide dans les postes de transformateurs, un certain nombre d'appareils ont été présentés qui ont donné satisfaction, d'autres ne sont pas encore au point et la Commission a décidé de poursuivre ces essais.

Le rapport sur la première série va être incessamment publié.

Ces deux initiatives se sont montrées utiles par les résultats qu'elles nous ont permis d'enregistrer.

Nous avons reçu deux mémoires pour le prix créé par M. Vedovelli et par la Métallurgique électrique. Le Jury en a retenu un qui est encore à l'examen.

Digitized by Google

En ce qui concerne l'heure des séances, nous avons renoncé à organiser un nouveau referendum en octobre, comme il en avait été question dans notre dernier rapport, car le régime actuel consistant à prendre une heure différente pour l'été et pour l'hiver a paru donner satisfaction.

Le 9 mars dernier, les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont bien voulu accueillir les membres de la Société à l'inauguration de leur nouveau générateur à courant continu à 500 000 volts qui a fait l'admiration de tous ceux qui ont pu le voir fonctionner.

Le 19 mars, les membres du Comité et spécialement ceux de la 4e Section ont été conviés par la Société des Transports en commun de la Région parisienne à visiter l'installation de la sous-station automatique dans le dépôt de Sèvres.

Cette sous-station est la première de ce genre qui ait été établie en France. Elle est due aux ingénieurs de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston à qui elle fait le plus grand honneur et elle a suscité un très vif intérêt.

Les événements les plus saillants de l'exercice écoulé ont été la création de 2 Groupes, l'un dans le Sud-Est pour la région de Lyon, Saint-Etienne et Grenoble, et l'autre dans le Sud-Ouest pour la région de Bordeaux et Toulouse.

Le premier a été fondé en mars 1924 et le second en novembre de la même année.

Le Groupe Sud-Est présidé par M. Rigollot, avec MM. Dumont et Rivière comme secrétaires, a tout de suite réuni un nombre très important d'électriciens et a donné une série de séances qui ont été des plus fructueuses. A cette heure même, il entend une communication de M. Belin sur la téléphotographie et la télévision.

Au cours de cette communication et grâce à l'obligeance de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, le portrait de notre éminent Président d'Honneur, M. Blondel, vient d'être transmis de Paris à Lyon par le réseau télégraphique ordinaire.

Le Groupe Sud-Est a, au mois d'août dernier, reçu au nom de la Société française des Electriciens, les différents groupes d'étudiants de l'Institution of Electrical Engineers. Nous devons adresser tout spécialement nos remerciements à M. Rivière, qui a reçu nos jeunes collègues anglais et les a accompagnés pendant toute la durée de leur séjour.

Ces Messieurs lui ont offert un souvenir en témoignage de leur gratitude et nous ne pouvons mieux faire que de traduire les der-

Digitized by Google

nières lignes d'une note qu'ils ont publiée dans le *Journal* de l'Institution :

« Le Comité désire exprimer combien il a apprécié la courtoisie « des réceptions qu'il a rencontrées partout en France et en par- « ticulier de la part des firmes et Institutions publiques qu'il a « eu le privilège de visiter. Tous les participants garderont un « souvenir durable de cette très généreuse hospitalité. »

Le même groupe nous a invités à un Congrès qu'il organisera le 10 et le 11 juillet prochain à l'Exposition de Grenoble et aux deux jours d'excursions qui suivront les réunions techniques.

Ce Congrès, dont nous espérions vous donner le programme définitif, mais qui ne sera arrêté que ce soir à Lyon, comportera une séance commune avec le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Electricité.

Enfin, le Groupe Sud-Est a, dans son Assemblée générale du 1er mars dernier, élu Président pour 1925 M. Barbillion ; M. Rigollot a accepté de conserver les fonctions de Président d'Honneur et M. Boutan, administrateur délégué du Gaz de Lyon, a été désigné comme Président pour 1926.

Le Groupe Sud-Ouest, sous l'active présidence de M. Chevallier assisté du secrétaire général, M. Palausi, rencontre plus de difficultés dans son recrutement étant donné le nombre plus limité d'électriciens résidant dans la région.

Il n'en a pas moins débuté par une séance d'inauguration très réussie à laquelle M. Parodi, notre Vice-Président, a bien voulu faire une communicatoin très remarquée sur les transports d'énergie électrique à haute tension.

Nous espérons, l'année prochaine, pouvoir vous annoncer la formation d'un nouveau groupe que nous cherchons à constituer dans le Nord de la France.

Nous vous rappelons en terminant les noms, trop nombreux, de ceux que la mort nous a enlevés au cours de l'année 1924 :

MM. Albrand, Allain-Launay, le Prince Bonaparte, Bouquet, Chapat, Deutsch, Fargues, Fournier, François, Gleyre, Lapret, Marty, Matty, Meirelles da Silva, Planchon, Taulon.

Au début de 1925, quelques jours après la mort lente de ce martyr de la science que fut le Professeur Bergonié, nous apprenions la disparition soudaine de notre Président, M. le professeur Broca.

Il s'était prêté, avec la plus parfaite bonne grâce, dans l'intérêt de notre Société, à la prorogation des pouvoirs de son prédéces-

Digitized by Google

seur et la mort lui a laissé à peine le temps de prononcer son allocution d'entrée, qu'il terminait par ces mots qui nous paraissent maintenant saisissants : « *Morituri te salutant.* » Nous avons dû nous incliner devant sa modestie, peut-être excessive, qui a interdit à sa famille de faire aucune convocation à ses obsèques, et notre Vice-Président, M. Parodi, a rappelé à la dernière séance ses travaux les plus saillants.

Nous renouvelons aux familles des disparus nos plus sincères condoléances.

Votre Bureau a prié M. Lebaupin d'assumer les fonctions présidentielles jusqu'à la fin de l'exercice. Nous devons le remercier très vivement d'avoir bien voulu accepter cette charge.

Nous avons le plaisir de vous annoncer que nous avons reçu, depuis notre Assemblée générale d'avril 1923 jusqu'à ce jour, 295 demandes d'admissions nouvelles, soit 10 pour 100 de plus que l'an dernier.

Nous souhaitons vivement que notre recrutement suive, dans l'avenir, une progression toujours croissante.

RAPPORT DE LA COMMISSION DES COMPTES

MESSIEURS,

Dans votre réunion du 27 février 1924 vous avez bien voulu nous confier la mission d'examiner les comptes de votre Société ; nous venons vous exposer les résultats des vérifications auxquelles, en conséquence de ce mandat, nous nous sommes livrés et des constatations que nous avons faites.

Dans l'ensemble les opérations qui constituent les différents actes de la vie financière de votre Société pendant l'exercice 1924 se sont développées suivant les prévisions qui vous ont été soumises lors du vote du budget.

Dans le détail, nous appellerons votre attention sur les points ci-après :

Au Laboratoire a été réalisé le projet des installations nouvelles de la Marine ; les limites de temps et dépenses (425 000 fr à la charge de l'Etat, 95 000 fr à notre charge), primitivement fixées, ont été observées.

A l'Ecole, les concours promis pour la reconstruction étant suffisants, nous avons pu commencer la mise en œuvre en achetant

Digitized by Google

un terrain d'abord, puis en arrêtant les dispositions des constructions à élever. Au sujet de cette très grosse opération nous tenons à vous informer que le concours de l'Etat s'élèvera à 4 000 000 fr, celui de la Ville à 1 500 000 fr, celui du département à 500 000 fr.

Enfin, en ce qui concerne la Société savante, le gros effort entrepris pour augmenter le nombre de nos membres, par des conférences nombreuses, par des publications, par des concours ouverts à tous, et pour affirmer davantage notre existence aux yeux du public, s'est continué avec un plein succès, mais non sans toutefois nous imposer d'assez sérieux sacrifices pécuniaires.

Pour apprécier les dépenses effectuées dans chaque cas particulier, nous nous reporterons au compte d'exploitation et au bilan que nous allons rapidement analyser en comparant les résultats obtenus aux prévisions du budget.

LABORATOIRE

Il y a eu une déception sur les recettes des essais et étalonnements. Les recettes n'atteignent que 186 611,02 fr au lieu de 200 000 fr qui étaient espérés. Cette différence s'explique par le défaut total d'essais de la Marine.

Les subventions annuelles s'élèvent à une somme importante : 78 047,90 répartie entre :

Subvention de l'Ecole	20 000 fr
Le Matériel téléphonique	100
L'Air liquide	200
Société Electro-Câble	150
Société des Accumulateurs électriques	300
Alliot et Rol	150
Compagnie des Travaux d'Eclairage et de Force	200
Compagnie de la Loire et du Centre	250
Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité	500
Société d'Applications industrielles	500
Omnium lyonnais	500
MM. Geoffroy et Delore	500
Est-Lumière	500
Compagnie de Construction électrique	500
Société industrielle des Téléphones	1 000
M. Hillairet	1 500
Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité	1 000
Société d'Electricité de Paris	2 000
Compagnie Thomson-Houston	2 000
Compagnie pour la Fabrication des Compteurs	3 000
Union électrique	200
Compagnie générale d'Electricité, Accumulateurs Tudor	600
Syndicat des Producteurs d'Electricité pour recherches sur les diélectriques des machines	2 000
Comité de l'Exposition de Rio	8 298,20
Ministère des Travaux publics	25 000
Solde du Compte de dons avec affectations spéciales	7 099,70
	78 047,90

Digitized by Google

DÉPENSES. — Légère augmentation au Personnel (2 574 fr), tenant à ce que les allocations du Budget avaient été consenties avant le vote du relèvement des traitements.

Sur la consommation de courant (moteurs), il y a une différence en moins tenant à la suppression des essais de la Marine, gros consommateurs d'électricité.

Un poste nouveau « Amortissement » destiné à tenir compte de la dépréciation des Immobilisations figure cette année au chapitre des dépenses pour 22 409,40 fr, correspondant à une réduction de 2 pour 100 des immobilisations.

L'exploitation a laissé au total un déficit de 101 070,32 fr couvert jusqu'à concurrence de 78 047,90 fr par les subventions ci-dessus.

Quant au bilan, les seuls changements importants qui s'y relèvent proviennent des installations nouvelles faites pour le Ministère de la Marine (520 000 fr) et des acquisitions de matériel (19 687,75 fr), ces deux éléments représentant l'augmentation de l'excédent d'actif (539 687,75 fr) d'une année sur l'autre.

ECOLE

RECETTES. — Nous trouvons une forte augmentation aux redevances des élèves, espérée d'ailleurs en raison de la modération des prévisions.

Radiotélégraphie : l'excédent qui reste entre nos mains en fin d'année atteint plus de 17 000 fr.

Les souscriptions dues à

Compagnie Edison	1 000 fr
M. Geoffroy	1 000
M. Robard	1 000
Société Gramme	1 000
M. de Rothschild	2 000
	6 000 fr

sont un peu moins importantes qu'en 1923 (11 000 fr).

DÉPENSES. — Nous signalerons : *le Compte de Reconstruction de l'Ecole* qui ne représente ici que les frais annuels permanents, conséquence de cette opération ; intérêts d'avances, annuité de remboursement, impôts : 7 378,75 fr, le nouvel article *Amortissement* pour lequel les explications ont été déjà données au Laboratoire.

Digitized by Google

Sur les autres points il n'y a pas d'indications à vous apporter et il nous reste à conclure.

L'exploitation de 1924 laisse un boni de 249 330,64 fr qui vient d'augmenter d'autant l'excédent au Bilan de l'actif sur le passif en 1923 et porter cet excédent à 1 682 718,45 fr contre 1 433 387,81 francs en 1923. Sur ce bilan, il n'y a pas de remarque importante à faire.

Compte de Reconstruction de l'Ecole. — On y relève le montant des versements faits par la Société française des Electriciens pour la libération partielle des titres qu'elle a souscrits à la Société nouvelle : 66 750 fr ;

Le montant des avances faites :

Par la Société nouvelle	1 225 468,25 fr
Par le Comité des Chemins de fer	78 550
Par l'Etat	390 096,35

Cette dernière somme n'étant qu'un acompte sur les 800 000 fr promis pour l'achat du terrain, 800 000 fr qui ne forment eux-mêmes qu'un acompte sur les 4 000 000 fr de la subvention totale.

Le montant du prix d'achat du terrain ..... 1 275 468,25 fr

Les travaux de reconstruction ne sont pas encore commencés, mais la démolition qui doit permettre de livrer les emplacements en état convenable s'achève, les plans sont à peu près arrêtés et la Société dispose, dès aujourd'hui, pour les premiers besoins, de 400 000 fr en caisse et de plus de 1 000 000 fr à la Société nouvelle ; elle compte, en outre, recevoir prochainement des versements sur les allocations de la ville (1 500 000 fr), du département (500 000 fr).

SOCIETE SAVANTE

Les dépenses qui figurent à ce chapitre vous renseigneront sur l'effort fait pour donner à la Société l'activité qui l'imposera à l'attention de tous les électriciens : publications, réunions, concours divers sont mis en œuvre à la fois et s'il en résulte une augmentation dans nos sacrifices pécuniaires, il en résulte une aussi dans le nombre des adhésions qui nous sont acquises. Le versement des cotisations en témoigne qui passe de 62 350 fr à 69 824 fr.

Le résultat de l'année se traduit par un excédent de dépenses de 22 540,39 fr.

Digitized by Google

SERVICES GENERAUX

Les différents services de la Société apportent chacun leur solde aux Services généraux et le solde de ces services généraux donne le résultat général de toutes les opérations de l'année, il s'élève à 225 317,66 fr en excédent de recettes ; nous tenons à le signaler à votre attention.

Nous vous signalerons également la tentative faite pour essayer de rapprocher les évaluations qui figurent dans nos écritures de la valeur réelle des objets auxquels elles se rapportent. Dans ce but, comme nous l'avons déjà dit, un compte amortissement a été créé.

Si on fait la différence entre l'actif général et le passif (également général), on voit que cette différence qui représente le capital de la Société s'élève à 3 185 557,23 fr, en augmentation de 765 015,41 fr sur le capital au 31 décembre 1923.

Cette augmentation provient :

Pour 225 327,66 fr du boni général de l'exploitation en 1924 ;

Pour 425 000 fr de la subvention de la Marine ;

Pour 114 687,75 fr des prélèvements faits sur les fonds affectés au Laboratoire et considérés jusqu'ici comme constituant un passif à notre charge et qui deviennent notre propriété dès qu'ils sont employés suivant les intentions de leurs donateurs.

Par contre, nos disponibilités ont diminué par suite des immobilisations que nous avons faites et de la baisse de nos valeurs en Bourse, la réduction, compensation faite avec le boni de l'exploitation, est de 25 000 fr.

Ce fait est d'autant plus regrettable que les dépenses du Laboratoire s'affirment comme devant toujours dépasser considérablement les recettes ;

que les excédents de l'Ecole, par suite du supplément de charges qu'apporte, dès aujourd'hui, la reconstruction, sont appelés à se réduire chaque année aussi longtemps que nous ne disposerons pas de locaux nouveaux ;

et que la Société savante semble devoir nécessiter, pour que son redressement soit complet, un effort pécuniaire de quelque durée.

En conséquence, cette conclusion s'impose que nous devons, non seulement observer la plus rigoureuse économie, mais encore renoncer à toute transformation, fût-elle très intéressante, aussi

Digitized by Google

longtemps que nous n'aurons pas réuni des recettes nouvelles pour cet objet.

Tous les comptes étaient arrêtés lorsque M. le Sous-Secrétaire de l'Enseignement technique a bien voulu nous aviser que sur les reliquats de l'exercice 1924, il mettait à notre disposition, pour les besoins de l'Ecole, une somme de 50 000 fr.

Vous vous féliciterez avec nous de cette très heureuse marque d'intérêt.

IMBS, SCHWARBERG, ULRICH.

Digitized by Google

SITUATION FINANCIÈRE

COMPTES DE L'EXERCICE 1924

RECETTES

	fr
Arrérages de la rente	7 903,00
Redevances pour essais et étalonnements	186 611,02
Redevances des Elèves et Tiers	75,25
Versement de la Marine : ancien compte	73 742,55
Recettes diverses	7 806,57
Solde débiteur d'exploitation	101 070,32
couvert par :	fr
Souscriptions	78 047,90
Versement de la Société	23 022,42
	377 208,71

DÉPENSES

		fr	fr
I. — *Laboratoire*			
Personnel			194 574,8
Frais d'administration :			
Frais de bureau, etc.	7 660,84		
Chauffage	12 700,20		
Eau, électricité	2 967,25		
Téléphone	760,35	24 088,64	
Comité d'éclairage		200,00	
Moteurs	25 995,40		
Produits	6 466,37		
Atelier	892,80		
Déplacements	5 643,00		
Achats pour clients	1 973,95	40 971,52	
Loyers, impôts, assurances		1 672,20	
Entretien des bâtiments		9 759,35	
Entretien des machines, etc.		6 993,30	
Expériences et recherches		2 797,75	
Amortissement spécial pour démolition de 1re Marine	73 742,55		
Amortissement général	22 409,40	96 151,95	377 208,71
II. — *Ecole.*			
Personnel			222 914,05
Frais d'administration : Frais de bureau, correspondance	8 676,75		
Chauffage et éclairage	12 479,40		
Téléphone	1 669,20	22 825,35	
Travaux des Elèves :			
Moteurs	9 254,65		
Produits	9 065,10		
Atelier	18 544,93		
Conférences	132 001,25		
Fournitures diverses	28 316,80	197 182,70	
Sorbonne		10 653,25	
Impôts, assurances		10 655,80	
Entretien des bâtiments		10 623,00	
Entretien des machines		15 587,20	
Petit outillage		192,35	

RECETTES

	fr
Redevances des Elèves et Auditeurs	
Frais d'études (y compris la Faculté des Sciences : 18,300 fr)	731 589,35
Fournitures diverses	28 337,50
Autographies	61 398,30
Radiotélégraphie (à déduire 13 919)	133 297,50
Souscriptions	6 000,00
Subvention de la Ville de Paris	2 000,00
Intérêts	34 879,75
Recettes diverses (voir aux *dépenses*)	»
Dons en nature	»

Digitized by Google

			Ligne artificielle	440,00	
			Radiotélégraphie (à déduire 13 919)	115 852,11	
			Autographie	60 726,05	
			Location de salles	10 000,00	
			Subvention au Laboratoire	20 000,00	
			Par intérêts : versement du 10e pour le fonds de réserve	3 487,97	
			Reconstruction de l'école	7 378,75	
			Amortissements :		
			Compte d'ordre 28 000,00		
			Général 9 114,45	37 114,45	
			Dépenses diverses	2 538,70	
		297 502,40	Solde créditeur	249 330,64	997 502,40

III. — *Société savante.*

Cotisations de l'Exercice	69 824,00		Frais de publications	32 885,80	
Produits du Bulletin	6 369,45		Frais de réunions	2 908,65	
Solde débiteur	22 540,39	98 733,84	Personnel	41 829,90	
			Frais d'Administration	14 004,74	
			» » correspondance	2 904,75	
			Comités divers	4 200,00	98 733,84

IV. — *Services généraux.*

Cotisations libérées		425,00	Personnel	20 000,00	
Intérêts des fonds placés		45 585,60	Frais d'administration	9 000,00	
Intérêts du legs Hughes.	3 959,35		» de correspondance	2 000,00	
Intérêts du legs Cheux.	5 900,98		Intérêts des fondations :	fr	
Intérêts de la Fondation Joubert	459,00		payés 4 250,00		
Intérêts de la Fondation Cohen	251,70		à payer 11 568,23	15 818,23	
Intérêts de la Fondation Guyau	4 800,00		Amortissement du Portefeuille	44 308,06	
Intérêts du legs Ancel.	447,20	15 818,23	Subvention au Laboratoire :		
Participation de l'Ecole pour le 10e des réserves		3 487,97	Déficit de l'exploitation	23 022,42	
Prélèvement sur fonds spéciaux		23 022,42	Solde débiteur de la Société savante	22 540,39	
Recettes diverses		24 346,90	Solde créditeur général	225 327,66	362 016,76
Solde créditeur de l'Ecole		249 330,64			
		362 016,76			
		460 750,60			460 750,60

Digitized by Google

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1924

I. — *Laboratoire.*

ACTIF	fr		PASSIF	fr.	
Bibliothèque	2 975.40		Créditeurs divers	192 038,70	
Construction	521 883,18		Amortissement constructions et matériel	22 409,40	214 448,10
Canalisations électriques	2 277,00				
Instruments et matériel	598 588.19		Actif	1 347 671,87	
Caisse	2 265,70		Passif	214 448,10	
Débiteurs divers	219 042.40		Excédent de l'actif	1 133 223,77	
Cautionnement	640,00	1 347 671,87			

II. — *Ecole.*

Instruments et matériel		365 507,50	Créanciers	27 485,60	
Constructions	90 216,20		Redevances des Elèves pour 1925	157 425.00	
Canalisations	2 745,50	92 961,70	Autographies 1925	31 221,00	
Fonds de réserve		171 323,00	Radiotélégraphie 1925 :	fr	
Fonds disponibles		657 375,10	Redevances des Elèves	83 998,80	
Compte d'ordre		110 930,84	Réserve	37 678,35	121 677,15
Caisse		50 243.71	Amortissement du portefeuille		28 000,00
Cautionnement		143.35	» général		9 114,45 574 923,20
Débiteurs divers		609 156,45 2 057 641,65	Actif	2 057 641,65	
			Passif	574 923,20	
			Excédent de l'actif	1 482 718,45	

III. — *Reconstruction de l'Ecole.*

Neant *(voir au passif).*		Solde créditeur du compte	349 896,35

Digitized by Google

IV. — *Services généraux.*

Fonds de réserve	53 985,00	
Caisse	9 247,22	63 232,22
Legs Hughes		32 685,00
Legs Cheux		29 975.00
Fondation Joubert		5 040.28
» Cohen		3 200,00
» Guyau		29 424,00
Legs Ancel		7 962,12
Fonds disponibles		332 439.40
Compte d'ordre		148 206,57
Caisse		6 230,54
Caisse dépôts		41,30
Crédit Lyonnais		224 500.27
Crédit Commercial		398 225.80
Brault		100 752,15
Chèques postaux		6 359,18
Débiteurs divers		3 000,00
Bibliothèque		31 945,05
Mobilier		1 900,00
		1 425 154,88

			fr
Cotisations anticipées		1 382,10	
Concours T. S. F.		27 787,05	
Intérêts des Fondations à payer		11 568,23	
Créditeurs divers		523 223,89	
Livre d'Or		786,80	
Fonds avec affectations :			
pour le Laboratoire	91 550,39		
» divers objets	4 620,35	96 170,74	
Amortissement du Portefeuille		44 308,06	
Dépôt des souscriptions S. N.		416 65	705 643.52
Actif	1 425 154,88		
Passif	705 643,52		
Excédent de l'actif		719 511,36	

Résumé

Bibliothèque et Mobilier		36 820,45	
Constructions		617 121,88	
Matériel		964 095.69	
Débiteurs divers		831 198.85	
Portefeuille		1 591 799,53	
Caisse et Banques		789 432,00	
		4 830 468,40	
Avances			274 026,90
Créanciers			1 132 416,47
Amortissement général			31 523,85
» du Portefeuille			72 308,06
Réserves			134 635,89
			1 644 911,17
Capital			3 185 557,23
			4 830 468,40

Digitized by Google

Compte de la reconstruction de l'École au 31 décembre 1924

ACTIF			PASSIF		
Souscriptions d'Actions :			Subventions :		
Actions S. N 66 750,00			1° S. N. Compte d'avances ...	1 225 468,25	
MM. Janet et autres . 2 000,00	68 750,00		2° Versement Etat	390 096,35	
Acquisitions et travaux :			Comité des chemins de fer et divers	78 550,00	
Achat du terrain.....	1 275 468,25		Versements École	6 652,50	
Règlements financiers :					
S. N. Annuité de remboursement	601,00				
Intérêts des avanees.....	6 051,50	1 350 870,75			
Solde...		349 896,35			
		1 700 767,10			1 700 767,10

Digitized by Google

RAPPORT ANNUEL SUR LE LABORATOIRE CENTRAL ET L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

par M. Paul JANET, *Directeur.*

I. — LABORATOIRE CENTRAL D'ELECTRICITÉ.

1° *Personnel.* — Le personnel du Laboratoire central d'Electricité comprenait en 1924 : un directeur, un sous-directeur, deux chefs de service, deux chefs de travaux, quatre assistants, quatre aides techniques et quatre électriciens.

Nous devons signaler que M. Durand, sous-directeur du Laboratoire, a dû pour raisons de santé résigner ses fonctions à la fin de 1924. Ce n'est pas sans un vif regret que nous avons dû nous incliner devant sa décision. M. Durand était entré au Laboratoire comme chef de travaux en 1896. Par décision de la Commission administrative, il a été nommé sous-directeur honoraire.

Il ne nous a pas dit du reste un adieu définitif et continue en qualité de conseil à diriger le service d'essais des compteurs, qu'il avait organisé au Laboratoire.

Si, numériquement, le personnel du Laboratoire est resté le même, nous devons signaler, tout en le regrettant, que de nombreuses mutations se sont produites parmi nos jeunes assistants qui auraient cependant le plus grand intérêt et le plus grand profit à consacrer quelques années à ce séjour au Laboratoire.

2° *Matériel.* — Parmi les principales acquisitions faites en 1924, nous devons signaler :

3 transformateurs d'intensité pour 25, 50 et 100 A ;
3 transformateurs d'intensité de 200-400 A ;
1 transformateur toroïdal à prises multiples fonctionnant jusqu'à 2 000 A ;
1 transformateur de 100 000 volts avec un pôle à la terre ;
1 compteur à mercure ;
1 fluxmètre ;
1 pont double ;
1 potentiomètre Iliovici.

Nous devons signaler en passant que certains de ces appareils faisaient l'objet de commandes remontant parfois à plusieurs années.

Un certain nombre de modifications dans nos installations électriques et d'achat de matériel ont dû être faits à l'occasion de

Digitized by Google

l'extension du programme d'essais d'accumulateurs pour la Marine.

C'est ainsi que nous avons dû organiser un poste de transformation, où nous recevons maintenant de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, sous forme de courant à haute tension, une puissance de 360 kilowatts.

Nous avons également acquis pour le Service du Laboratoire un moteur asynchrone synchronisé d'une trentaine de kilowatts.

3° *Installations pour les essais d'accumulateurs de la Marine.* — La réorganisation de cette installation qui doit permettre l'essai simultané de 12 accumulateurs de sous-marins s'est poursuivie en 1924.

Elle est aujourd'hui presque complètement terminée, les douze appareils destinés à reproduire pendant les périodes de charge les secousses dues au roulis et aux trépidations de la coque, sont en place et les essais d'accumulateurs vont reprendre sous peu. Pour ces essais, nous avons dû faire l'acquisition de deux génératrices de 55 volts, 1 000 ampères.

Au-dessus de la nouvelle salle d'essais d'accumulateurs une nouvelle salle de photométrie permettra de donner à ce service tout le développement qu'il comporte.

4° *Essais.* — Le nombre total des essais s'est élevé à 1 388 au lieu de 1 280 en 1923. Les recettes ont été de 186 707 fr contre 175 396 fr en 1923.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous la répartition des essais dans les diverses catégories :

	1923	1924
Lampes à incandescence	310	409 (1)
Fers et tôles	151	140
Percements, haute tension	163	126
Ampèremètres	39	104
Voltmètres	64	93
Compteurs divers	65	88
Piles	64	72
Transformateurs	61	66
Wattmètres	80	55
Résistivités	78	45
Compteurs Ministère	22	34
Isolements	48	17
Machines	16	15
Accumulateurs	21	7
Oscillographes	7	6
Paratonnerres	5	2
Lampe à arc	4	1
Divers	82	108
	1 280	1 388

(1) Portant sur 876 lampes.

Digitized by Google

On constatera une augmentation assez notable dans le nombre des appareils de mesure vérifiés. L'exactitude de ces appareils semble préoccuper de plus en plus les grandes sociétés d'exploitation.

Le nombre des compteurs présentés au Laboratoire pour être étudiés en vue de l'approbation ministérielle s'est élevé à 34 contre 22 en 1923.

Il ne faudrait pas en conclure que 34 nouveaux compteurs aient reçu cette approbation.

L'arrêté ministériel du 8 janvier 1920 et les instructions complémentaires du 8 août 1922 imposent aux compteurs pour être approuvés certaines conditions nouvelles auxquelles beaucoup d'entre eux n'ont pu satisfaire.

Je signalais déjà dans un rapport de l'année dernière que l'étude des matériaux isolants semblait être celle qui préoccupait le plus l'industrie électrique.

Il en a été de même en 1924. La plupart des mesures figurant sous la rubrique résistivité se rapportant à des matériaux isolants, dont quelques-uns ont été en outre étudiés au point de vue des pertes diélectriques.

On nous a demandé également de nombreux essais de percement ou d'étude à haute tension, ces essais étant à effectuer soit sur des plaques de substances isolantes, soit sur des huiles, soit sur des isolateurs.

Nous avons pris livraison cette année du transformateur donnant 100 000 volts dont j'avais signalé la commande dans mon rapport de l'année dernière. Ce transformateur étant susceptible de fonctionner avec un pôle à la terre pourrait, couplé avec un transformateur identique, permettre d'obtenir des tensions de 200 000 volts, ce qui serait d'ailleurs encore insuffisant pour les besoins actuels de l'électrotechnique.

Mais l'état actuel des appareils et des locaux de notre installation haute tension ne permet même pas de faire cette manœuvre et à l'heure actuelle ce transformateur double uniquement notre ancienne installation. Il en résulte que nous ne pouvons pas à l'heure actuelle dépasser 120 000 volts, et nous devons journellement renoncer à effectuer certains essais qui nous sont demandés.

Le besoin d'une installation nouvelle se fait donc de plus en plus sentir, installation qui demandera la construction de nou-

Digitized by Google

veaux locaux, permettant de mettre en jeu sans danger les très hautes tensions dont nous avons besoin.

Il est vrai que par une convention spéciale entre le Laboratoire central d'Electricité et le Laboratoire Ampère, nous pouvons mettre à profit les ressources de ce dernier établissement dans le cas où nous aurions besoin de très hautes tensions, par exemple de 500 000 à 1 000 000 volts, soit pour un usage scientifique, soit pour un usage industriel.

Mais pour les essais courants, et sous ce nom il faut maintenant entendre les essais jusqu'à 500 000 volts, il est indispensable que le Laboratoire s'organise en vue de les assurer et que, pour beaucoup de raisons, il doit continuer à les faire rue de Staël. Nous disposons pour cela de la surface nécessaire ; mais le local, dont la hauteur doit être proportionnée à ces hautes tensions, doit être refait ; il s'agit donc là d'une dépense considérable, que nous estimons à 450 000 fr environ ; il est à souhaiter que les industriels et les services publics qui ont si souvent recours aux services du Laboratoire s'intéressent à cette question vitale pour nous.

Les demandes d'étalonnements de transformateurs de potentiel et d'intensité ont, comme toujours, été nombreux.

Ces mesures s'effectuent aujourd'hui facilement grâce aux méthodes très sûres mises au point de M. de la Gorce.

Mais certains de ces transformateurs isolés pour de très hautes tensions ont des dimensions et des masses considérables qui cadrent mal avec les dimensions de nos salles de mesure.

La manutention de ces appareils dont quelques-uns pèsent une ou deux tonnes n'est pas sans rendre pénible l'étude de ces appareils.

Avant d'abandonner ce qui concerne le courant alternatif, nous devons signaler que de nombreux relevés oscillographiques nous ont été demandés. Ils ont été exécutés avec le nouvel oscillographe de M. Blondel dont je signalais l'acquisition dans mon rapport de l'année dernière.

C'est ainsi que nous pouvons mentionner des relevés oscillographiques faits sur une installation à 900 000 volts pendant le fonctionnement d'un éclateur, des relevés oscillographiques effectués en province sur un réseau de distribution, d'autres effectués à Paris et destinés à mettre en évidence les différentes phases

Digitized by Google

de fonctionnement d'un ascenseur et enfin une étude oscillographique de magnétos d'allumage.

Comme tous les ans, nous avons eu à étudier de nombreuses lampes à incandescence de tout modèle. Outre la Marine avec laquelle nous sommes liés par un contrat et qui nous envoie périodiquement des prélèvements effectués chez ses fournisseurs, plusieurs administrations de l'Etat, au moment de passer des commandes importantes nous ont demandé des essais comparatifs des fournitures de lampes qui leur étaient proposées.

A la demande de la Commission instituée par l'arrêté préfectoral du 17 septembre 1923, nous avons procédé à des essais comparatifs sur les lampes de 110 et 220 volts.

Ces essais ont porté sur environ 200 lampes et ont comporté, outre des mesures photométriques, des essais de durée de 1 000 heures.

Nous avons eu également à fournir des lampes étalons à des clients parmi lesquels nous citerons le Bureau des Poids et Mesures de la République soviétique.

Signalons à ce propos que la Compagnie des Lampes nous a fourni gracieusement une grande quantité de lampes spéciales destinées à former nos étalons. Nous lui adressons ici nos plus sincères remerciements.

Plusieurs constructeurs d'appareils d'éclairage nous ont demandé des courbes de répartition lumineuse et de plus en plus nous sommes amenés à déterminer au lumenmètre diffusant le flux lumineux de lampes puissantes.

Nous prévoyons pour pouvoir étudier des lampes de grandes dimensions, l'installation dans notre nouvelle salle de photométrie d'un lumenmètre de 3 mètres de diamètre intérieur.

Enfin un nouveau genre d'essais est depuis l'année dernière demandé au Laboratoire, c'est l'étude des projecteurs d'automobile.

Le Code de la route impose à ceux-ci certaines conditions d'éclairement minimum et d'éclat maximum.

Si la mesure de l'éclairement ne présente pas de difficulté, celle de la brillance dans les conditions où elle doit être faite, nous a conduits à imaginer une nouvelle méthode de mesure.

De plus, ces mesures doivent être faites à grande distance, dans des endroits découverts et naturellement de nuit ; grâce à l'amabilité des proviseurs du Lycée de Vanves et du Lycée Buffon,

Digitized by Google

nous avons pu utiliser le parc de l'un et la cour de l'autre de ces deux établissements.

Nous avons eu au cours de l'année 1924, à procéder à de nombreuses vérifications de compteurs dans des stations centrales, non seulement à Paris, mais en province.

C'est ainsi que les ingénieurs du Laboratoire se sont successivement transportés des environs de Paris dans le Midi, puis dans nos provinces reconquises. On se rendra compte de l'importance des vérifications ainsi effectuées par ce fait que l'une d'elles a duré un mois.

Les demandes de vérification de compteurs pour grande puissance à effectuer sur place deviennent de plus en plus nombreuses, ce qui nous a amenés à étudier des dispositifs spéciaux pour assurer le transport dans de bonnes conditions des appareils très précis mais délicats que nous utilisons pour ces vérifications.

Un certain nombre de machines ont été essayées au Laboratoire par les soins de M. Lemenand.

L'acquisition du moteur de 30 kilowatts que je vous signalais plus haut nous permettra d'essayer au Laboratoire des machines de cette puissance.

Mais il va sans dire que c'est surtout à l'extérieur que le Laboratoire est et sera de plus en plus appelé à procéder à des réceptions de machines.

C'est ainsi que dans le courant de 1924, nous avons été appelés dans une usine de construction de province à essayer 3 alternateurs et 2 transformateurs.

Nous sommes à l'heure actuelle outillés de la manière la plus satisfaisante pour ce genre d'essais, que nous effectuons avec des appareils précis toujours vérifiés au départ et à l'arrivée : la haute garantie que donnent les certificats officiels du Laboratoire devrait toujours être recherchée par les industriels soucieux de soumettre, soit en cas de réception, soit en cas de litige, leur matériel à des essais indiscutables.

5° *Relations avec la Société française des Electriciens et l'Union des Syndicats de l'Electricité.* — Le Laboratoire a naturellement été associé à l'activité nouvelle dont a fait preuve en 1924 la **Société française** des Electriciens. C'est ainsi que votre Bureau avait désigné M. Jouaust comme commissaire général des essais

Digitized by Google

contrôlés de dispositifs d'appel sur lignes à haute tension et que c'est au Laboratoire qu'ont été effectués les essais contrôlés d'appareils pour réduire les pertes à vide dans les transformateurs.

Le Laboratoire a été également associé aux essais contrôlés de véhicules à traction électrique organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

C'est au Laboratoire qu'ont été vérifiés les compteurs placés sur chaque véhicule et ce sont des ingénieurs du Laboratoire qui ont assuré les fonctions de commissaires pour le relevé de ces compteurs et la surveillance des charges des batteries.

Nous prenons du reste une part régulière aux travaux des Commissions de l'Union des Syndicats :

Le Directeur du Laboratoire fait partie de toutes les commissions ;

M. Jouaust siège à la 4e et à la 7e commissions ;

M. de la Gorce aux 10e, 14e, 18e commissions ;

M. Lemenand, à la 3e commission.

6° *Recherches.* — Les recherches relatives au choix d'un aluminium type sont terminées. Un texte qui sera soumis sous peu au Comité électrotechnique français a été établi d'accord avec le National Physical Laboratory.

D'autre part, M. Jouaust a continué ses recherches sur la photométrie hétérochrome.

Des résultats intéressants ont déjà été obtenus et ont fait l'objet d'un rapport à la session de la Commission internationale d'Eclairage qui a eu lieu à Genève au mois de juillet 1924.

Ces recherches continuent du reste.

D'autre part, MM. Jouaust et Waguet ont effectué des recherches sur l'emploi des cellules photoélectriques aux problèmes de photométrie industrielle.

Ce travail a fait l'objet d'une note présentée à l'Académie des Sciences.

Dans le courant de 1924, à la suite d'une visite de M. Crittenden, du Bureau of Standards, nous avons pu comparer nos étalons à ceux du Bureau.

M. Crittenden avait apporté deux groupes de lampes, l'un à filament de carbone, l'autre de lampes à filament de tungstène.

Digitized by Google

Les résultats de cette comparaison ont été les suivants :

	Intensité moyenne d'un groupe de 5 lampes en bougies internationales	
	B.of S.	L.C.E.
Filament de carbone	16,02	15,82
Filament de tungstène	32,94	32,9

La concordance est donc très satisfaisante.

La divergence assez faible 1,2 pour 100 qui se manifeste sur les lampes à filament de charbon est probablement due à des différences dans la manière dont était effectuée la rotation des lampes pour la mesure de l'intensité moyenne horizontale.

7° *Souscription.* — Le liste des souscriptions recueillies pour le Laboratoire au cours de l'année 1924 figure au rapport de la Commission des Comptes, p. 310 du présent *Bulletin.*

II. — Ecole supérieure d'Electricité

I. *Matériel.* — *a*) Atelier. — Nous avons pu cette année faire l'acquisition d'un tour moderne de 250 mm de hauteur de pointe à commande individuelle par moteur diphasé.

Cette machine complète heureusement la série de nos tours de travail et servira spécialement à la construction des appareils particuliers demandés par le Laboratoire ou l'Ecole.

b) Salle d'essais de machines. — Notre salle d'essais de machines s'est au cours de l'année 1924 enrichie de quelques appareils de mesure ainsi que d'un frein magnétique capable d'absorber 2 kw. Nous avons d'autre part réalisé à l'atelier un modèle satisfaisant de rhéostat de charge à résistances métalliques absorbant 6 kw et destiné à remplacer les rhéostats de lampes, d'entretien onéreux, ainsi qu'une bobine de réactance triphasée.

Je signale également les remaniements importants de canalisations qu'il a fallu faire pour raccorder les installations existantes sur notre cabine de transformation.

c) Salle de travaux pratiques de mesure. — Notre collection d'appareils de laboratoire et de mesure s'est enrichie de nombreux appareils provenant en partie d'achats et en partie de dons : ponts doubles, potentiomètres, compteurs, etc... Nous devons remercier particulièrement la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz, la Société géné-

Digitized by Google

rale d'Electrométrie et MM. A. de Roumefort, Belin et Cie pour leur très grande obligeance en la circonstance.

Comme pour la salle d'essais de machines, notre atelier a construit cette année quelques appareils spéciaux pour le service des mesures, notamment 2 rhéostats de charge pour la vérification des compteurs et une table de mesures pour résistances élevées.

Enfin nous venons de prendre livraison du groupe générateur destiné à l'alimentation de la ligne artificielle dont il a été question dans mon précédent rapport. Ligne et groupe figureront à l'exposition de Grenoble.

II. *Enseignement et personnel.* — Il n'a été en 1924 apporté aucun changement au programme général de nos conférences.

III. *Promotion XXX* (1923-1924). — Il a été délivré à la fin de juillet 1924, 226 diplômes se répartissant comme il suit :

Officiers et ingénieurs délégués par l'Etat	34
Ingénieurs des Arts et Métiers	43
Licenciés ès Sciences	31
Anciens élèves de l'Ecole polytechnique	14
Ingénieurs des Arts et Manufactures	19
Ingénieurs des Instituts électrotechniques (Grenoble, Nancy, Toulouse)	15
Ingénieurs stagiaires de 1re classe de l'Ecole centrale lyonnaise	7
Elèves étrangers diplômés d'écoles techniques supérieures	2
Officier de marine délégué par le gouvernement des Etats-Unis	1
Ingénieur de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles	1
Ingénieur civil des Mines	1
Elèves reçus aux concours antérieurs et divers	13
Elèves reçus au concours de 1923	45
	226

IV. *Promotion XXXI* (1924-1925). — Composition de la promotion. — La promotion en cours d'études comprend 225 élèves. En voici la composition :

Officiers et ingénieurs délégués par l'Etat	34
Ingénieurs des Arts et Métiers	34
Licenciés ès sciences	31
Ingénieurs des Instituts électrotechniques (Grenoble, Toulouse)	19
Elèves étrangers diplômés d'écoles techniques supérieures	18
Anciens élèves de l'Ecole polytechnique	7
Ingénieurs stagiaires de 1re classe de l'Ecole centrale lyonnaise	6
Ingénieurs des Arts et Manufactures	5
Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Aéronautique et de Constructions mécaniques	3
Ingénieur civil des Mines	1
Ingénieur des Constructions civiles (Ecole nationale des Ponts et Chaussées)	1
Ingénieur de l'Ecole de Physique et Chimie industrielles	1
Elèves reçus au concours de 1924 (sur 186 candidats)	53
Divers	12
	225

Une jeune fille figure parmi nos élèves réguliers.

Digitized by Google

A ces élèves il convient d'ajouter cinq auditeurs libres qui suivent tout ou partie de notre enseignement.

V. *Relations de l'Ecole avec l'Université.* — Le nombre des étudiants de la Faculté des Sciences inscrits en 1923-1924 aux cours et travaux pratiques du certificat d'Electrotechnique générale a été de 76 contre 57 en 1922-23 : 16 certificats ont été délivrés en juillet et 9 en octobre.

Depuis 1919, année de la création du cours, il a été délivré 96 certificats, et le nombre total des inscriptions se monte à 254.

VI. *Préparation militaire.* — Les cours de préparation militaire supérieure (3e groupe) ont été assurés en 1924, par le commandant Faure, sous la haute direction du colonel Etienne.

Le brevet supérieur de préparation militaire qui est la sanction de cet enseignement permet à nos anciens élèves d'accéder au grade d'officier de réserve au cours de leur service actif.

Pendant l'année scolaire 1923-1924, 77 élèves de l'Ecole ont été inscrits à ce cours, 59 ont obtenu le brevet dans des armes diverses.

VII. *Anciens élèves.* — Le nombre total d'anciens élèves ayant passé par l'Ecole (non compris la promotion actuelle) est de 2 979 sur lesquels 2 601 ont obtenu le diplôme. Ces derniers se répartissent ainsi :

Officiers et ingénieurs de l'Etat	373
Ingénieurs des Arts et Métiers	375
Licenciés ès Sciences	335
Ingénieurs des Arts et Manufactures	191
Anciens élèves de l'Ecole polytechnique	186
Elèves étrangers diplômés d'écoles techniques supérieures	146
Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Aéronautique et de Constructions mécaniques et des Instituts électrotechniques	46
Ingénieurs de l'Ecole municipale de Physique et Chimie industrielles, etc.	38
Ingénieurs civils des Mines	31
Elèves reçus au concours et divers	880
	2 601

VIII. *Section de radiotélégraphie. — IXe Session* (1923-1924). — Il a été décerné, à la fin de juillet 1924, 54 diplômes d'ingénieurs radiotélégraphistes et 4 certificats d'études de radiotélégraphie.

Xe Session (1924-1925). — *a*) Enseignement. — Le cadre général de l'enseignement n'a pas subi de modifications au cours de l'année qui vient de s'écouler, nos conférenciers ayant pu maintenir dans le cadre actuel leur enseignement au courant de l'évolution toujours rapide de cette branche des applications de l'électrotechnique.

Digitized by Google

b) Composition de la promotion. — La session en cours d'études comprend 58 élèves. En voici la composition :

Officiers désignés par le Ministère de la Guerre :	
Génie	5
Infanterie	3
Infanterie coloniale	3
Aéronautique	2
Artillerie	1
Officiers et ingénieurs désignés par le Ministère de la Marine	13
Ingénieurs désignés par le Ministère des Colonies	2
Officiers et ingénieurs délégués par les gouvernements étrangers (1).	19
Elèves civils (dont 5 étrangers)	10
	58

Le nombre d'anciens élèves brevetés et diplômés de la Section de Radiotélégraphie est de 312.

IX. — *Reconstruction de l'Ecole supérieure d'Electricité.* — La Société pour favoriser le développement du haut enseignement de l'Electrotechnique en France a été constituée en mars 1924. En plein accord avec la Société française des Electriciens, elle s'est aussitôt mise à la recherche d'un terrain et le choix des deux groupements a pu rapidement se fixer sur une vaste propriété d'une contenance de près de 16 000 m², situé à Malakoff, aux portes mêmes de Paris. Une option était prise fin mai et l'acte de vente signé au milieu de juillet 1924 pendant qu'un programme détaillé de reconstruction était donné à deux architectes choisis par nos comités, MM. Raimbert et Papet, d'une part, et M. Appia, d'autre part, avec mission de préparer pour fin juillet un avant-projet des futurs bâtiments.

L'examen des plans ainsi élaborés put être fait pendant les vacances. Cet examen fit apparaître la nécessité d'opérer des réductions notables et de faire passer en seconde urgence certains éléments prévus, afin de rester dans la limite des crédits que nous nous étions assignés. Il fit voir de plus qu'il y avait intérêt pour la Société à demander aux deux architectes qu'elle avait choisis de travailler en commun à l'œuvre nouvelle, leurs talents

(1) Classement par nationalités des délégués étrangers à la Section de Radiotélégraphie :

Angleterre : Officier de l'aéronautique	1
Belgique : Officier de l'armée de terre	1
Danemark : Officiers de marine	2
Espagne : Officiers de marine	2
Ingénieur des télégraphes	1
Norvège : Officiers de l'armée de terre et de l'air	3
Ingénieur des télégraphes	1
Pologne : Officiers de l'armée de terre et de l'air	3
Tchécoslovaquie : Officier de l'armée de terre	2
Ingénieurs des télégraphes	2
Yougoslavie : Officier de marine	1
	19

Digitized by Google

respectifs trouvant à s'employer utilement dans un ensemble aussi vaste, et se complétant heureusement.

L'étude d'un plan définitif a donc été reprise dès la rentrée et est à l'heure actuelle sur le point d'aboutir. Chaque semaine, au cours d'une longue conférence qui réunissait nos architectes et nos collaborateurs, nous avons pu fixer dans son ensemble et dans ses détails le plan du bâtiment futur. Les programmes d'aménagement de nos différents services étaient en même temps améliorés et justement proportionnés; enfin toutes ces études aboutissaient à une conception claire d'un ensemble formé de lignes simples où il semble que chaque chose soit maintenant bien à sa place, tout en réservant largement l'avenir.

Entre temps, nos services administratifs s'étaient mis d'accord avec les administrations de l'Etat sur les modalités d'applications de la loi qui nous octroyait l'importante subvention de quatre millions de francs qui avait été votée par le Parlement. Le décret qui les définit a pu entrer en vigueur dès le mois de juillet 1924 et le versement notable qui en est résulté est venu très heureusement nous aider dans l'important effort financier que nous avons dû nous imposer pour l'achat de notre terrain.

Enfin, à la fin du mois de décembre dernier, les actives démarches de M. Jean Rey, notre très dévoué Président de la Commission administrative de l'Ecole, ont heureusement abouti à l'octroi de deux importantes subventions, l'une de 1 500 000 fr de la Ville de Paris, l'autre de 500 000 fr du Département de la Seine. Cette aide nous est très précieuse, en confirmant la haute estime en laquelle la Ville et le Département tiennent notre Ecole, et nous donne le ferme espoir que leur aide ne nous manquera pas dans l'avenir.

Nous sommes donc aujourd'hui à la tête d'un capital de 11 000 000 fr, qui touche de près les 12 000 000 fr que nous nous étions primitivement fixés. Malheureusement depuis cette époque, les prix ont monté, et il est à prévoir que, pour constituer le fonds de roulement qui est indispensable au bon fonctionnement de l'Ecole, de nouveaux efforts seront nécessaires ; nous ne doutons pas que le moment venu, nous trouverons les collaborations nouvelles qui nous sont indispensables.

X. — *Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité.* — Grâce au local que la Société française des Electriciens a mis à la disposition de la Société amicale, celle-ci a pu

Digitized by Google

installer une administration permanente. Les archives et tous les services ont été groupés et confiés à un agent administratif. Cette organisation a permis de donner à l'action de la Société amicale un accroissement notable qui fait bien augurer de son avenir. D'autre part, la Société française des Electriciens, toujours soucieuse d'encourager le plus possible le développement de la Caisse des Crédits d'Etudes, lui a consenti en 1924 une nouvelle avance de 20 000 fr. Il est à souhaiter que tous ceux qui s'intéressent à l'Ecole supérieure d'Electricité apportent de larges contributions à cette très intéressante institution qui permet de faciliter l'accès de l'Ecole à des jeunes gens peu fortunés et méritants ; il est certain d'ailleurs que, une fois surmontées les difficultés du début, cette caisse est destinée à se suffire à elle-même et peut-être à s'accroître par les dons de ceux qu'elle aura aidés et qui auront réussi dans leur carrière. Mais il est évident que pour atteindre ce moment un capital assez important est nécessaire.

XI. — *Conclusions.* — La lecture de ce rapport donnera, nous l'espérons, une idée exacte de l'activité des deux belles fondations de la Société française des Electriciens. L'Ecole, dans sa période de reconstruction, est en pleine évolution, et l'avenir s'annonce pour elle brillant et digne de son passé. Quant au Laboratoire où le travail est intense et le dévouement sans bornes, il souffre cruellement d'un manque de ressources financières. L'expérience nous prouve que dans les circonstances actuelles, pour assurer son fonctionnement normal, c'est-à-dire pour assurer, outre le service des essais, la conservation des étalons et la mise au courant constante des méthodes de mesure, une subvention annuelle de 100 000 fr lui est nécessaire : aucun laboratoire analogue, dans le monde entier, ne peut vivre de ses seules ressources ; tous reçoivent de larges subventions qui sont la plupart du temps beaucoup plus considérables que celle-là. C'est seulement lorsque la vie de tous les jours nous sera ainsi assurée, que le Laboratoire pourra avec fruit entreprendre les travaux de recherches indispensables que, jusqu'ici, il n'a pu poursuivre que d'une manière fragmentaire et grâce au dévouement perpétuel d'un personnel incomparable.

Il y a là une situation que j'ai à plusieurs reprises exposée à la Commission administrative du Laboratoire et qu'il me semble utile de faire connaître à notre Assemblée générale.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS

EMPLOI DES LAMPES ÉLECTRIQUES PORTATIVES DANS L'EXPLOITATION DES MINES (1)

par M. MATHIVET,
Ingénieur en chef aux Mines de Vicoigne, Nœux et Drocourt.

L'auteur décrit la lampe électrique et expose ses avantages sur la lampe à essence ainsi que ses inconvénients dont le principal est de ne pouvoir, comme celle-ci, déceler le grisou. Il compare les résultats obtenus respectivement avec les accumulateurs acides au plomb et avec les accumulateurs alcalins au fer nickel, dont il donne une description détaillée.

Nous présentons aujourd'hui devant vous 5 types de lampes dont 2 à essence et 3 électriques, chacune des lampes électriques est munie d'un accumulateur, deux d'entre elles ont un accumulateur au plomb et la dernière un accumulateur cadmium nickel.

Nous avons exposé sur des planches (figures 1 à 4) la coupe verticale de chacune de ces lampes et nous avons fait établir, par le Laboratoire central d'Electricité, les courbes photométriques de chacune d'elles.

En outre, nous avons résumé dans les tableaux I, II, III et IV les propriétés fondamentales des lampes électriques présentées.

Jusqu'à ces dernières années, dans les mines, la seule lampe en usage était la lampe à benzine ou à essence et, comme vous le montrent les planches exposées, vous pouvez voir que ces lampes à essence ont été soigneusement étudiées pour donner une grande sécurité aux mineurs, avec un éclairage aussi bon que possible et une fermeture très hermétique.

Comme vous le voyez sur les planches, la lampe dite standard a une fermeture un peu plus spéciale que la lampe ordinaire, c'est une lampe faite pour être employée dans les quartiers les plus dangereux ; ces deux types de lampes possèdent des bandes de rallumage intérieur, de manière à permettre, même en

(1) Communication présentée à la réunion mensuelle du samedi 4 avril 1925.

Digitized by Google

plein chantier, de rallumer la lampe sans la ramener a l'accrochage.

La seule supériorité de la lampe à essence sur la lampe électrique est qu'elle permet de déceler la présence du grisou dans les quartiers dangereux ; c'est pourquoi l'Administration des Mines continue à imposer partout où on fait emploi des lampes électriques la présence d'au moins une lampe à benzine pour 4 ou 5 lampes électriques.

Chaque fosse dotée de lampes électriques portatives comporte donc deux lampisteries, la principale, électrique, comportant en général un millier de lampes et la seconde dite lampisterie auxiliaire comportant de 200 à 250 lampes à benzine.

Une supériorité immédiate de la lampe électrique sur la lampe à essence se montre à l'examen des types présentés : en effet, tandis que le feu de la lampe à benzine est en quelque sorte écrasé par le double tamis qui la surmonte, le point lumineux de la lampe électrique est nettement dégagé du pot de la lampe et peut ainsi éclairer des espaces bien plus étendus autour de ce pot.

Il faut ajouter que le poids des lampes électriques est toujours voisin de 3 kg, mais le mineur ne souffre de ce poids élevé que pendant le laps de temps qui s'écoule entre le moment où il quitte la cage et celui où il aborde son chantier d'abattage.

A la vérité, les mineurs sont très partisans de ce mode d'éclairage et certaines compagnies minières du Nord de la France, sur des effectifs de 12 000 mineurs en ont déjà 8 000 à 9 000 munis de lampes électriques.

Deux types principaux doivent retenir notre attention :

a) La lampe avec accumulateur au plomb ;

b) La lampe avec accumulateur alcalin.

Pour la lampe au plomb, deux solutions se présentent :

1) L'accumulateur peut être à liquide libre ;

2) L'accumulateur peut être à liquide immobilisé.

L'immobilisant habituellement employé est le silicate de soude qui se présente sous forme d'une gelée blanche pouvant absorber une quantité importante d'acide sulfurique ; l'avantage de l'emploi de l'immobilisant est que l'on peut retourner la lampe de bas en haut sans qu'aucune goutte de liquide sorte ; par contre, la capacité de l'accumulateur est affaiblie dans une mesure importante et la sulfatation des plaques positives s'accélère.

Digitized by Google

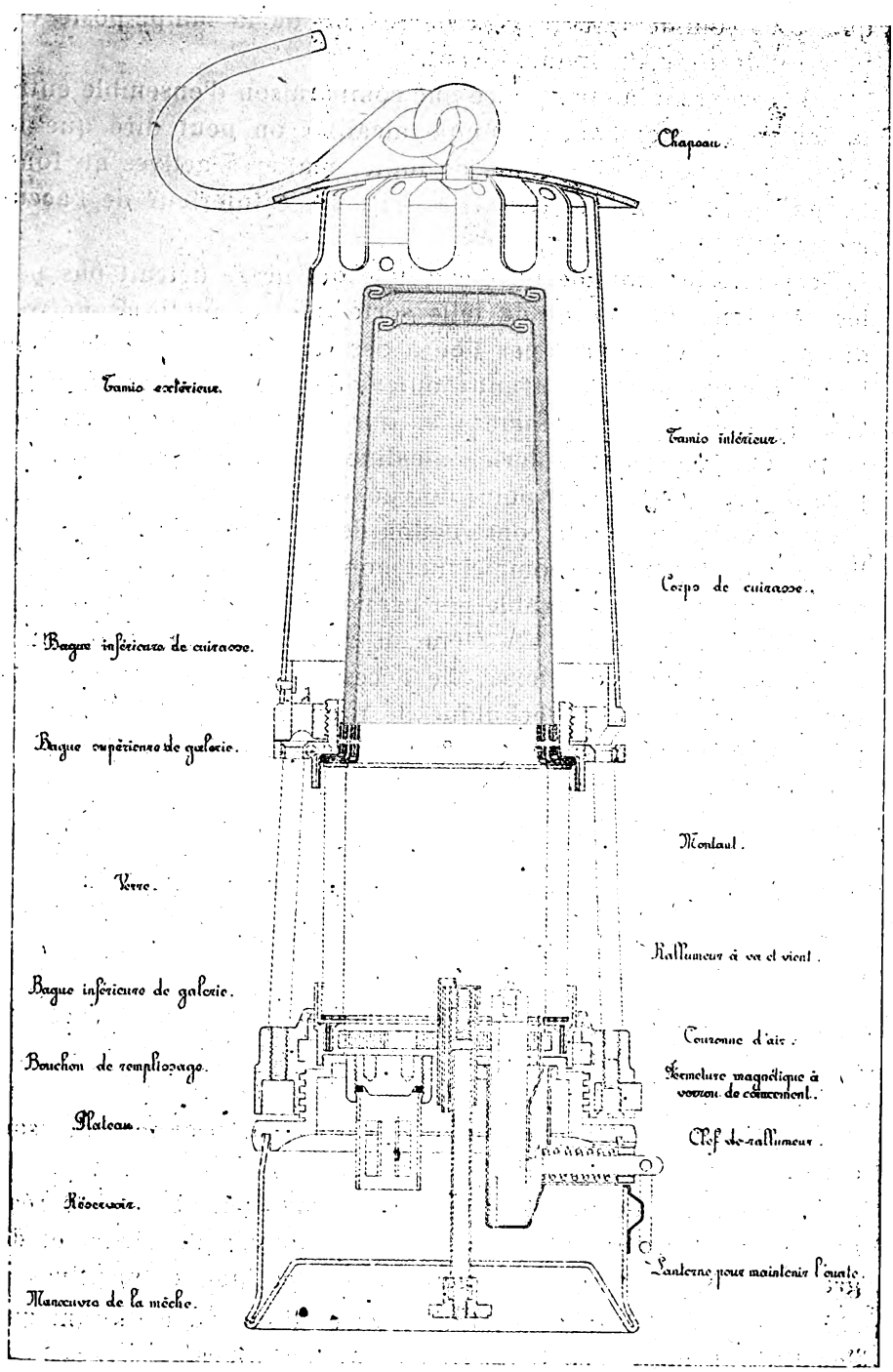


Fig. 1. — Lampe à essence portative pour mineurs, type C.

Digitized by Google

Les deux solutions ont cependant leurs partisans et l'on estime que, tout compte fait, le prix de revient de la lampe-poste est plus faible avec un immobilisant.

Si l'on veut maintenant faire une comparaison d'ensemble entre la lampe au plomb et la lampe alcaline, on peut dire que la lampe alcaline évite la chute de toutes matières actives au fond du pot et par conséquent le court-circuitage intérieur de l'accumulateur.

De plus, elle emploie un électrolyte qui ne se détruit pas par les réactions intérieures de telle sorte que les matières actives des plaques ne donnent pas lieu à des réactions chimiques avec l'électrolyte ; toutefois, il faut ajouter que la potasse est un corps bien plus dangereux à manipuler que l'acide sulfurique et que le personnel des lampisteries alcalines doit prendre beaucoup plus de précautions à ce point de vue.

En ce qui concerne la construction de la lampe, la lampe alcaline est entièrement géométrique, homogène de constitution et d'une simplicité considérable par rapport à la lampe au plomb.

Par contre, la chimie des éléments actifs des lampes alcalines est excessivement complexe, elle nécessite un outillage considérable et un personnel technique de premier ordre, ce qui n'est pas le cas pour la lampe au plomb, dont la fabrication peut s'improviser n'importe où, nécessite de faibles espaces et un personnel quelconque.

Une fabrique à accumulateurs au plomb pour lampe de mine comprend en effet essentiellement :

a) Une fonderie minuscule.

b) Un atelier de tartinage pour la litharge.

c) Une salle de formation des plaques avec bacs en grès et acide sulfurique.

d) Un atelier de montage.

Une fabrique d'accumulateurs alcalins comprendra de son côté :

a) Un atelier de malaxage et de broyage permettant de réaliser d'une manière intime le mélange d'oxyde de nickel et de graphite qui constitue la matière active des plaques positives.

b) Un atelier de précipitation électrolytique du cadmium qui constitue la matière active des plaques négatives.

Les grands accumulateurs Edison emploient pour les plaques

Digitized by Google

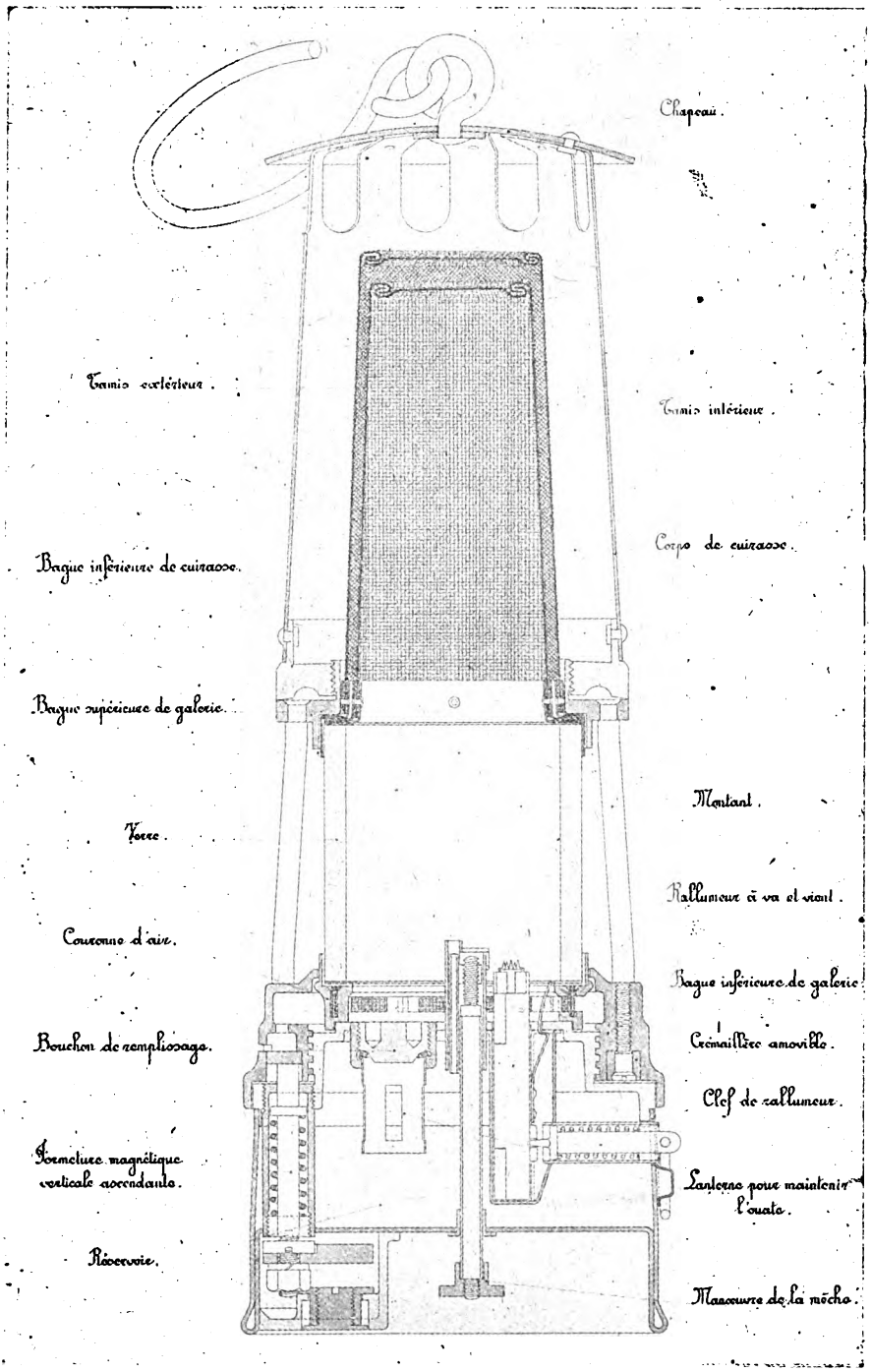


Fig. 2. — Lampe à essence portative pour mineurs, type Standard.

Digitized by Google

négatives, de l'oxyde de fer dont la préparation exige une série d'opérations très nombreuses et délicates.

Pour les lampes de mines, on a remplacé l'oxyde de fer par le cadmium parce que ce dernier métal donne lieu à des effervescences gazeuses beaucoup moins fortes tant à la charge qu'à la décharge.

c) Des ateliers électrolytiques de nickelage, car toutes les pièces de la lampe sont en fer nickelé.

d) Des ateliers de préparation des bandes constituant indifféremment les éléments positifs et négatifs.

e) L'atelier de montage.

f) L'atelier de formation après montage.

On voit par cette comparaison sommaire que la fabrication d'un accumulateur alcalin est certainement plus compliquée que celle d'un accumulateur au plomb ; d'ailleurs, alors que le prix de la lampe au plomb oscille actuellement autour de 70 fr, le prix de la lampe alcaline se tient aux environs de 100 fr ; par contre, la durée de la lampe alcaline est 3 fois plus grande que celle de la lampe au plomb ; ceci permet aux partisans de la lampe alcaline de réaliser un prix de lampe descente un peu inférieur à celui de la lampe au plomb.

Il est donc assez difficile, dans l'état actuel des choses, de prendre nettement position et l'on peut dire que seule l'expérience des années qui vont suivre nous permettra, en installant dans une même compagnie des lampisteries de lampes alcalines à côté des lampisteries de lampes au plomb, de prononcer d'ici deux ou trois ans, un jugement définitif.

Nous donnerons maintenant la description de l'accumulateur alcalin et de la lampe à accumulateur au plomb avec indications détaillées de leurs avantages respectifs.

Mais auparavant, nous voulons indiquer en deux mots les remarques que nous suggère la comparaison de l'accumulateur alcalin et de l'accumulateur au plomb.

Si l'on considère, en effet, ces deux sortes d'accumulateurs, on voit qu'ils reposent tous les deux sur la réaction de deux oxydes métalliques l'un sur l'autre, en présence soit d'un acide, soit d'une base.

De plus, l'état d'oxydation de ces deux oxydes est très voisin et tel que, dès qu'on les relie électriquement tous les deux, l'oxy-

Digitized by Google

gène surabondant de l'un se reporte sur l'autre, cet échange se

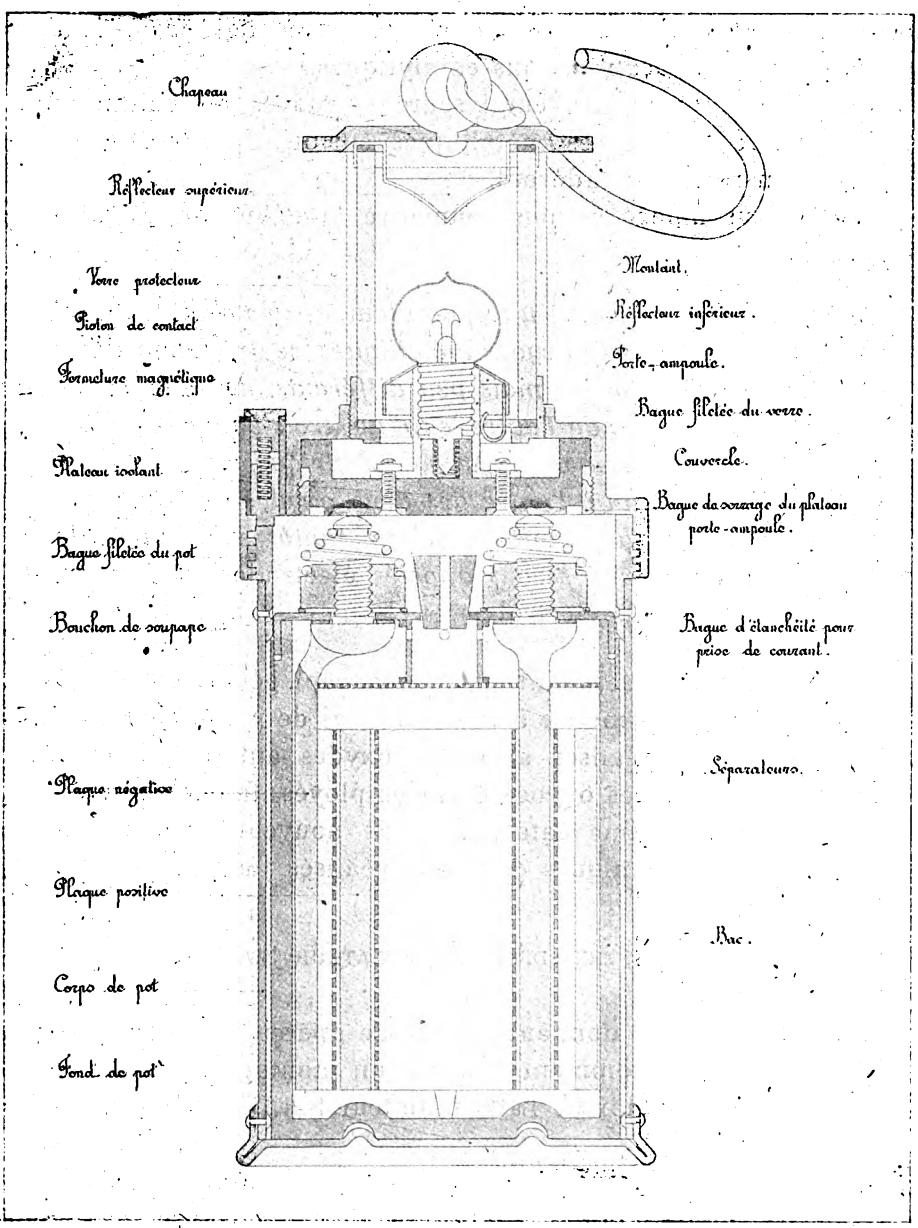


Fig. 3. — Lampe électrique portative pour mineurs, type L. D. Accumulateur au plomb.

faisant en sens inverse quand on abandonne l'appareil à lui-même.

Digitized by Google

Nous savons d'autre part, par des travaux chimiques récents, tout ce que l'on peut attendre des réactions catalytiques et il nous apparaît que les réactions intérieures des accumulateurs sont nettement des réactions catalytiques.

D'ailleurs, parmi les catalyseurs employés en chimie, nous savons que les oxydes métalliques surtout faiblement oxydés jouent un rôle prépondérant.

Ceci nous amène à vous soumettre la définition suivante de l'accumulateur :

« *Un accumulateur est un générateur d'électricité essentiellement composé de deux oxydes métalliques se trouvant dans des états d'oxydation voisins mais peu différents de telle sorte que, mis en présence l'un de l'autre et d'un troisième corps dit catalyseur, acide ou basique, l'énergie électrique sera produite par le va et vient de l'un à l'autre des deux oxydes de l'oxygène surabondant se trouvant tantôt sur l'un, tantôt sur l'autre de ces deux oxydes ; ceux-ci seront appelés* électrodes *de l'accumulateur et le catalyseur* électrolyte. »

Cette définition reposant sur un concept généralisé des accumulateurs peut permettre à des chimistes de rechercher s'il n'est pas possible de réaliser avec des oxydes autres que ceux du plomb et du fer, ces oxydes étant employés, tantôt comme électrodes, tantôt comme catalyseurs, de nouveaux accumulateurs encore plus économiques que ceux réalisés jusqu'à présent.

DESCRIPTION DE L'ACCUMULATEUR S.A.F.T.

L'étude ci-après, donnant un rapide aperçu de la fabrication, fera comprendre comment, grâce à un montage de haute précision, on a pu obtenir de l'accumulateur S.A.F.T. la rigidité d'un bloc d'acier.

La pochette est la partie essentielle de l'accumulateur S.A.F.T. C'est une petite boîte en feuillard d'acier perforé, contenant les matières actives à l'état pulvérulent. Elle est constituée par deux cuvettes rectangulaires engagées l'une dans l'autre. Grâce à la perforation très fine, les grains de matière active ne peuvent s'échapper.

Les plaques comportent un cadre en acier dont les bords sont

Digitized by Google

fortement comprimés sur les pochettes. La rigidité de l'ensemble est obtenue par un nervurage transversal.

Les plaques sont assemblées au moyen d'un axe bloqué à cha-

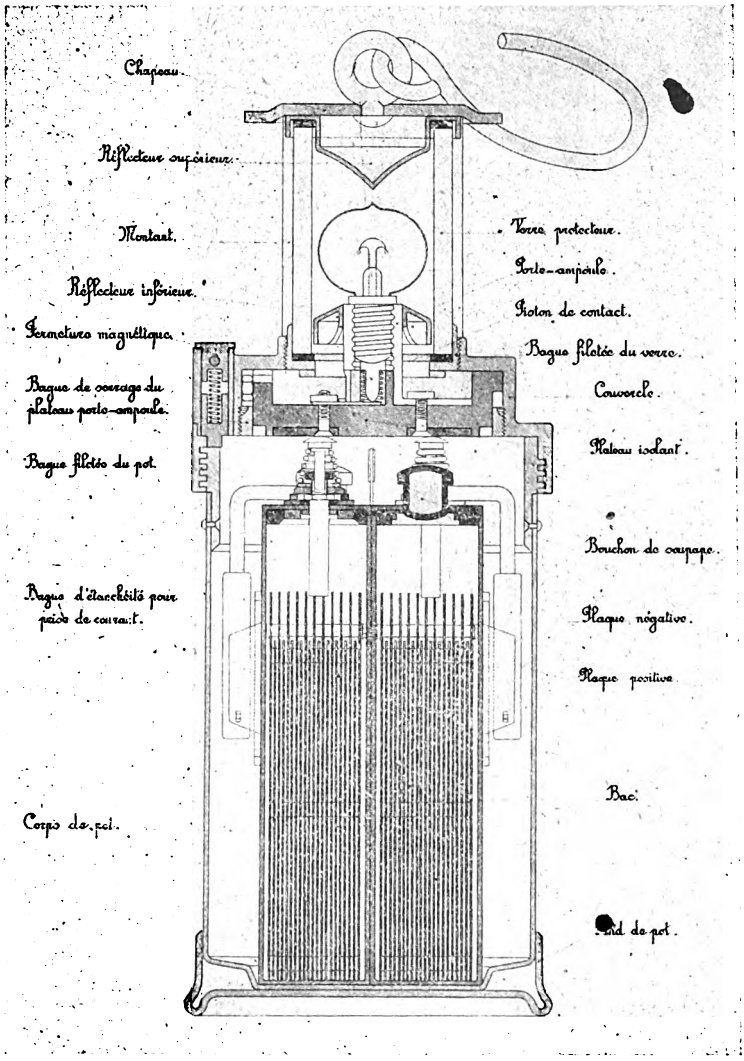


Fig. 4. — Lampe électrique portative pour mineurs, type L. D. Accumulateur au fer-nickel.

que extrémité par des écrous puissants et maintenues, à la distance appropriée, par des entretoises en acier.

Les deux jeux de plaques sont intercalés l'un dans l'autre de

Digitized by Google

telle sorte que les électrodes positives et négatives se succèdent régulièrement.

Le bloc de plaques constitue un ensemble rigide formé par les plaques, les isolateurs cylindriques en ébonite et les cadres extérieurs également en ébonite. Ces derniers sont munis de dentelures profondes dans lesquelles les plaques sont logées. Tout le bloc est disposé sur des chevalets en ébonite.

Le bac est une boîte en acier nickelé à parois striées, ce qui en augmente la résistance mécanique. Il est hermétiquement clos, ses différentes parties, parois, fond et couvercle étant soudées à l'autogène. Ses dimensions intérieures sont exactement celles du bloc de plaques, qui est introduit à force et sans jeu.

Le couvercle est percé de trois ouvertures. Deux de celles-ci sont destinées au passage des bornes. L'isolement entre les bornes et le couvercle est réalisé au moyen de presse-étoupes robustes en ébonite et caoutchouc souple, assurant également l'étanchéité.

L'ouverture médiane porte un cylindre en acier muni d'une fermeture étanche jusqu'à une inclinaison de 50° environ, servant de soupape et d'orifice de remplissage. La fermeture porte un clapet destiné à empêcher les projections d'électrolyte en fin de charge et sous l'influence des chocs.

Les bacs étant métalliques, ils ne peuvent être placés côte à côte et doivent être isolés les uns des autres. A cet effet, on les monte dans des châssis de groupement en bois.

Ceux-ci portent des isolateurs en ébonite qui viennent coiffer les boutons dont les bacs sont pourvus.

Ce procédé permet de séparer les éléments et de les isoler convenablement.

Pour certaines applications, les châssis sont munis de prises de courant placées à l'avant ou latéralement.

Le démontage d'un élément monté en châssis est extrêmement simple.

Il suffit en effet de dévisser les deux planchettes latérales sur un des deux côtés du châssis.

Les avantages. — Contrairement à certaines idées préconçues, l'accumulateur S.A.F.T. n'a pas seulement sa place en traction. Il se recommande dans la majorité des applications par ses qua-

Digitized by Google

lités et avantages caractéristiques qui se résument comme il suit :

1° Construction en acier mécanique et robuste ;

2° Montage des électrodes en bloc rigide et indéformable; pas de courts-circuits par gondolement des électrodes;

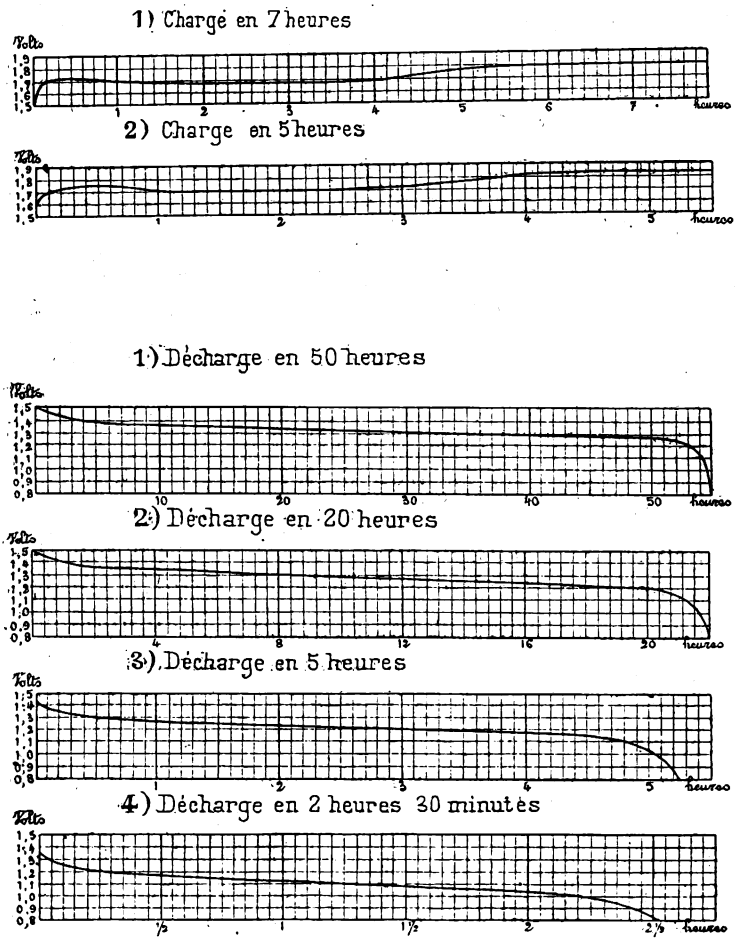


Fig. 5. — Courbes des charges et des décharges en fonction du temps.

3° Matière active enfermée et comprimée dans des pochettes en acier finement perforé.

Pas de courts-circuits par dépôts boueux au fond des bacs ou entre les électrodes ;

4° Electrolyte alcalin inodore et non corrosif ;

Pas de sulfatation. Pas de vapeurs attaquant les métaux.

Digitized by Google

5° Pas de régime de charge maximum ; faculté de charger trop peu ou trop longtemps ;

6° Faculté de décharger une batterie jusqu'à épuisement complet ;

7° Entretien se réduisant à une addition périodique d'eau distillée. Aucun lavage ou changement d'électrodes.

8° Vie utile au moins triple de celle d'une batterie au plomb, ce qui, en pratique, correspond à de nombreuses années d'utilisation.

A toutes ces qualités, il y a lieu d'en ajouter deux, qui font de l'élément S.A.F.T. un accumulateur idéal pour courants faibles, une véritable pile rechargeable :

1° On peut laisser un accumulateur S.A.F.T. chargé ou déchargé un temps indéfini sans nuire à son bon fonctionnement.

2° Les plaques de l'accumulateur S.A.F.T. ne vieillissent que par le travail, c'est-à-dire en fonction du nombre de décharges.

Une batterie S.A.F.T. laissée au repos pendant dix ans ou plus, chargée ou déchargée, se trouve après cette période dans le même état qu'une batterie neuve : deux charges et décharges d'entraînement suffisent en effet à la remettre à son régime de service. Notons une particularité mécanique intéressante :

Il n'existe qu'un genre de montage de l'accumulateur S.A.F.T. Les petits éléments de radiotélégraphie sont construits exactement comme les plus puissants accumulateurs de traction et ont la même robustesse.

C'est une garantie de la parfaite homogénéité de la fabrication de la Société des Accumulateurs fixes et de Traction.

Par suite de la construction extrêmement résistante et de toute précision des batteries S.A.F.T., leur prix de revient est plus élevé que celui des batteries au plomb.

Mais si l'on tient compte de leur amortissement véritablement industriel et de leur entretien peu onéreux, on arrive, chiffres en mains, à la conclusion que l'emploi S.A.F.T. est plus économique que celui des batteries au plomb et même que celui des piles.

Les types d'accumulateurs S.A.F.T. — *a*) Les types à réserve d'électrolyte normale (15 millimètres au-dessus du bord supérieur des plaques).

Digitized by Google

b) Types à grande réserve de liquide (70 millimètres au-dessus du bord supérieur des plaques) recommandés dans tous les cas où l'entretien ne peut se faire que rarement.

Les éléments sont toujours livrés en châssis.

Description de la lampe a accumulateur F.A.M.

La lampe électrique ogivale F.A.M. est le résultat d'une étude de l'entretien effectué sur 52 000 lampes et d'un examen appro-

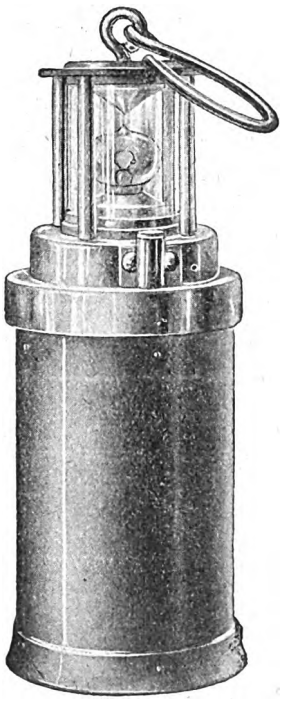


Fig. 6. — Lampe électrique « L. D. », avec accumulateur fer-cadmium-nickel.

fondi des avantages et des défauts présentés par les quelque vingt modèles, les plus couramment employés dans les mines françaises et étrangères.

Le profil ogival de la lampe est tout à fait caractéristique au point de vue résistance à la pression, aux chocs et à la torsion : la construction parabolique est, en effet, la seule qui puisse donner les meilleures garanties mécaniques.

La lampe se démonte en 3 pièces respectivement interchangeables :

a) Le chapeau muni de 5 montants profilés ;

Digitized by Google

b) Le pot embouti d'une pièce ;

c) L'accumulateur cylindrique à bornes guidées.

Rien n'a été négligé dans le choix des matières employées : acier inoxydable et inattaquable aux acides, laiton et isolants résistants aux acides, aux corps gras et aux alcalis.

A. — Les lampes sont fournies sans pics et ces derniers ne sont mis à la disposition des mineurs que d'une façon individuelle à la descente.

Le mineur passe le crochet de la lampe dans l'œil du pic et ne s'en sert qu'au chantier. De cette façon les tamis des lampes à benzine manipulées dans le voisinage ne risquent pas d'être perforés par de fausses manœuvres.

B. — L'anneau d'attache est muni d'une encoche épousant la forme ogivale extérieure de la calotte supérieure et la rondelle de fixation épouse la forme ogivale intérieure de cette même calotte de sorte que l'anneau reste bien cintré et n'a pas tendance à ovaliser son logement, protégé des poussières.

C. — La calotte supérieure maintient les cinq montants encastrés et fixés par deux rivets chacun qui, de cette façon, travaillent forcément ensemble.

D. — Les montants profilés estampés ont une section lenticulaire amincie vers l'intérieur de manière à servir eux-mêmes de réflecteurs. Ils sont écartés le plus possible de la lumière afin d'en diminuer le cône d'ombre et de repousser le plus loin possible du verre les objets qui pourraient avoir des aspérités assez fortes pour le briser.

On remarquera que les montants profilés travaillent suivant deux plans différents et présentent l'avantage particulier de pouvoir être remplacés individuellement sans démontage des autres montants.

Leur emboîtement à la base dans la masse du chapeau les empêche de tourner. Leur résistance aux chocs dans toutes les directions est remarquable, vu leur profil bombé et leur section.

La disposition adoptée a encore le gros avantage de permettre l'accès du verre au nettoyage d'une façon exceptionnelle.

E. — Le couvercle de fermeture par sa forme continue, sans ressauts, évite les accrochages et les chocs qui tendent toujours à détériorer la lampe. Sa forme bombée sur le dessus donne aussi la meilleure résistance et rend le nettoyage plus pratique.

Digitized by Google

La fermeture du couvercle sur la bague supérieure du pot est

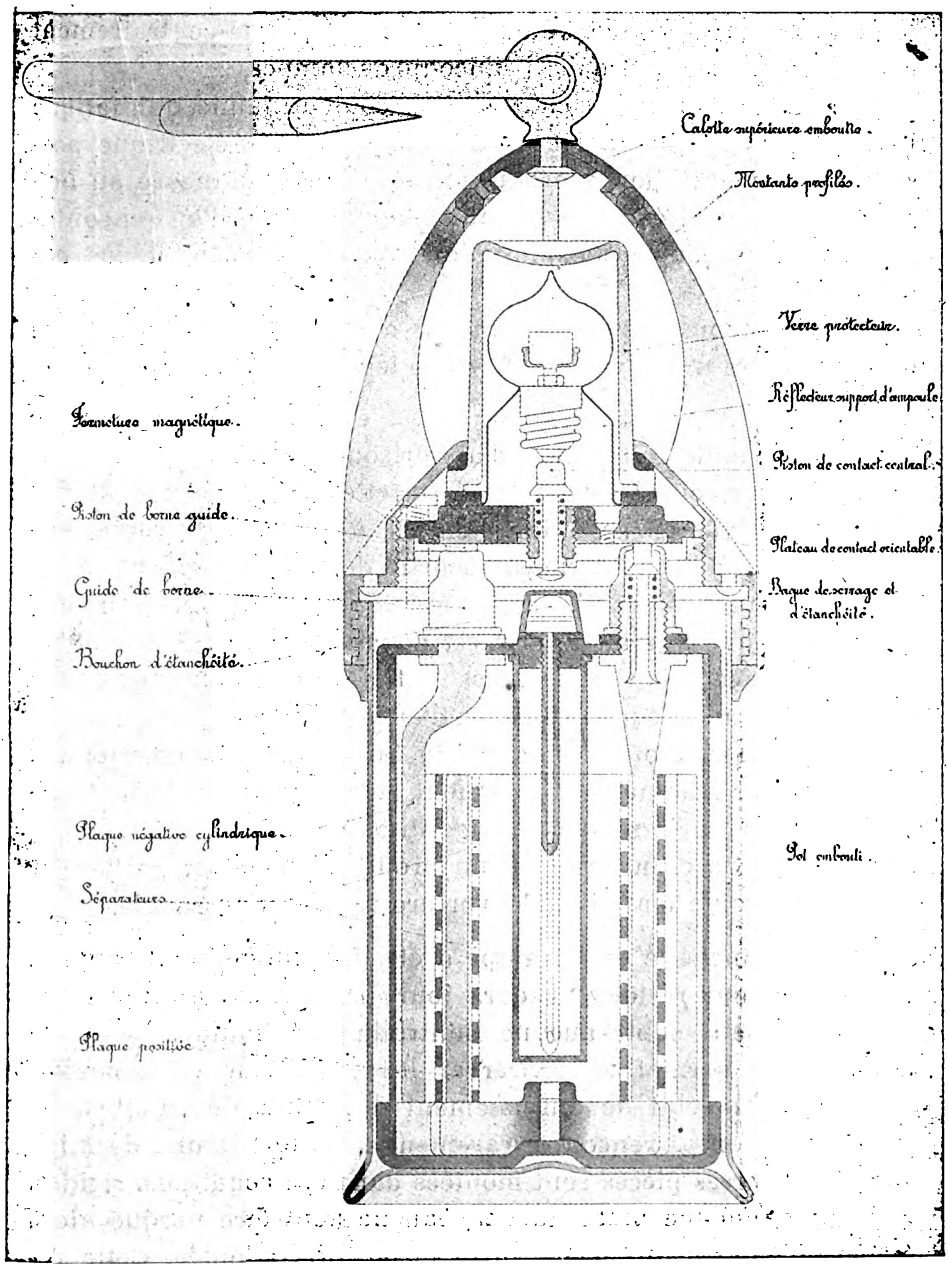


Fig. 7. — Lampe électrique portative pour mineurs, type F.A.M. Accumulateur au plomb.

assurée par un vissage de 4 filets carrés, augmentant la résistance aux chocs latéraux.

Digitized by Google

Toutes les surfaces du chapeau ont été étudiées pour servir à la réflexion de lumière et leur angle de réflexion est tel que le point lumineux se trouve au-dessus de cet angle contrairement à ce qui est pratiqué dans beaucoup de lampes.

Le laiton est choisi à cause de sa couleur jaune qui fatigue moins l'œil du mineur. De même que l'ampoule électrique possède un filament allongé produisant une ligne lumineuse au lieu d'un point, ce qui évite les maladies oculaires que l'on rencontre fréquemment dans les exploitations où ce détail n'est pas observé.

On peut même donner des lampes dépolies dans les chantiers où les mineurs travaillent très près de leur lampe.

F. — La fermeture magnétique est encastrée dans la masse pour éviter toute infiltration d'air grisouteux ou de liquide venant de l'extérieur. La pastille d'attraction et le piston d'attraction sont prévus en acier inattaquable à l'acide sulfurique permettant ainsi une plus grande sécurité de fonctionnement.

La fermeture magnétique est montée de telle façon qu'elle s'ouvre dès que le cran d'arrêt est dépassé et ne se ferme qu'au dernier tour, ce qui évite un temps inutile de manipulation comme cela se présente fréquemment en d'autres lampes.

La rotation du pot sur le chapeau fait jouer automatiquement le piston de fermeture verticalement et assure un meilleur fonctionnement en évitant son blocage intempestif.

La rampe du cran de pot a un profil qui nous est particulier pour éviter toute tentative d'ouverture par rotation rapide.

G. — L'étanchéité de la lampe a été particulièrement soignée. La lampe peut rester plusieurs jours complètement immergée dans l'eau sans subir aucune infiltration de liquide. Le mode de montage permet de conserver les conditions d'étanchéité, quel que soit l'état de durcissement des joints de caoutchouc. Cette condition se rencontre rarement dans une lampe de mine dont les diverses pièces sont montées dans des conditions rigides.

De plus, aucune pièce du chapeau ne peut être perdue alors même qu'elle serait cassée, vu la disposition adoptée. Cette remarque a son intérêt en cas d'accident de grisou dans la recherche des causes déterminantes.

D'autre part, l'étanchéité de la chambre de l'accumulateur est complète. Le plateau de contact étant d'une seule pièce et vissée

Digitized by Google

dans le chapeau contrairement à la disposition adoptée dans la plupart des lampes où le plateau est fixé par une bague indé-

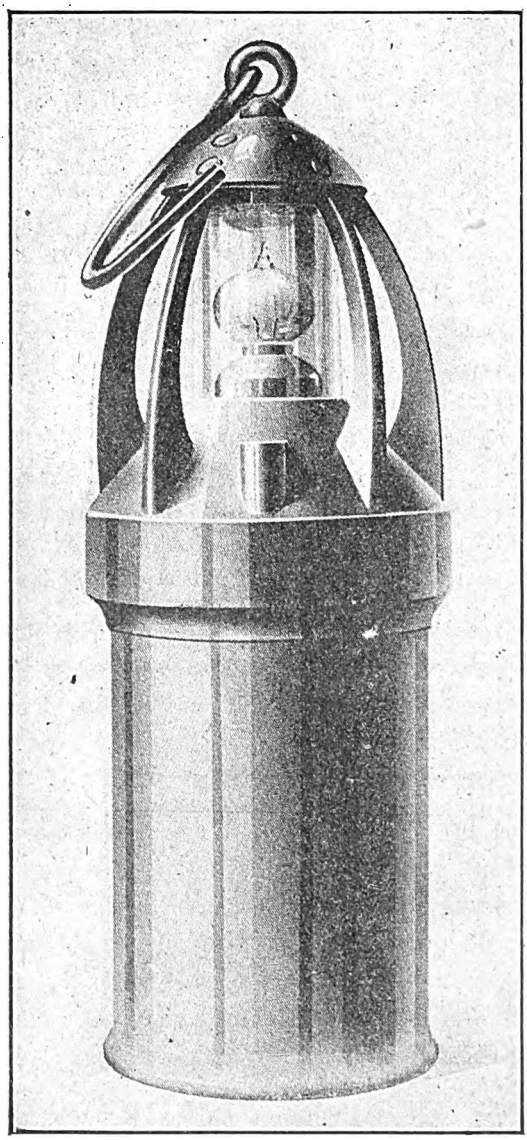


Fig. 8. — Lampe « ogivale » F.A.M., type G.M.

pendante ou un ressort permettant le libre jeu des pièces suivant l'état plus ou moins bon des joints élastiques ou du serrage.

H. — Le verre protecteur fermé à la partie supérieure protège

Digitized by Google

l'ampoule. Le fond plombé, enduit d'une peinture anti-acide extérieurement, renvoie les rayons lumineux incidents vers l'extérieur.

Le centrage automatique du verre par suite de son logement dans le fond du cône du couvercle évite les bris par suite du serrage oblique ou inégal contre les parois.

I. — L'ampoule électrique possède un filament très large de manière à annuler le plus possible les ombres des montants profilés. Elle est à pointe supérieure assurant par sa fabrication un meilleur montage dans son culot.

Le fond de l'ampoule est blanchi pour assurer le maximum d'éclairement et afin de pouvoir mieux renvoyer la lumière contre la partie supérieure du verre également blanchie par une peinture anti-acide.

J. — Le réflecteur support d'ampoule est établi avec un angle passant en dessous de l'arc incandescent de la lampe et continue le profil général du couvercle, de telle sorte que toutes les surfaces supérieures de la lampe servent à réfléchir la lumière.

K. — Le plateau de contact est muni de 2 secteurs ayant chacun un angle de 120°. L'orientation du plateau permet *soit* l'éclairage et l'extinction à volonté, *soit* l'éclairage permanent vu que l'encoche destinée à recevoir le piston de fermeture ne permet au chapeau qu'une rotation de 90°.

L. — Le pot métallique recevant l'accumulateur est embouti d'une seule pièce afin d'éviter l'attaque par les acides des parties rapportées par soudure.

Le diamètre du pot a été prévu aussi réduit que possible pour en permettre la manipulation plus facile. Le pôt est enduit à l'intérieur et à l'extérieur soit de plomb, soit d'étain, empêchant l'oxydation et même garni d'une peinture anti-acide.

Le fond est rentré de façon à donner une très bonne assise à la lampe, le fond est renforcé par la nervure qui sert à l'entraînement de l'accumulateur.

M. — L'accumulateur électrique est composé d'un bac cylindrique en ébonite ininflammable et inattaquable aux acides, résistant aux chutes verticales et aux chocs latéraux. Il est surmonté d'un couvercle étanche et cette disposition isole automatiquement l'accumulateur sur les bancs de charge.

Digitized by Google

Les plaques de l'accumulateur sont en plomb à oxyde rapporté.

Elles sont livrées plates ou cylindriques et montées de telle façon que les matières actives ne puissent se détacher et former mer court-circuit.

Les deux bornes supérieures en laiton inattaquable sont guidées et leur élasticité assure les contacts et amortit l'accumulateur en cas de chute.

A noter que toutes les pressions se font suivant le même axe.

L'électrolyte de l'accumulateur est semi-gélatinisé pour empêcher les écoulements d'acide et ne diminuer en rien la capacité de l'élément.

L'étanchéité de l'accumulateur est réalisée par un dispositif laissant les gaz s'échapper dans une chambre d'expansion qui permet aux mineurs de pouvoir travailler avec la lampe dans la position horizontale ou renversée.

Quand un bloc de rocher tombe sur la lampe, celle-ci se renverse et sort indemne du choc justement à cause de l'effet oblique de ses surfaces. Ce fait a été constaté maintes fois par les mineurs eux-mêmes, contrairement à ce qui se passe avec les lampes à profil étagé.

Le poids total de la lampe varie avec les modèles et oscille entre 2,300 et 3 kg.

La durée d'éclairage intensif moyen est de 15 h environ. Les accumulateurs neufs peuvent donner jusqu'à 18 h d'éclairage.

Les accumulateurs peuvent supporter 800 décharges à condition de n'être chargés qu'une fois sur 24 h et dans les conditions normales.

L'ampoule électrique donne un éclairement de 1,5 à 2 bougies suivant la période d'utilisation. Elle est du type petite Edison et consomme 0,85 ampère-heure.

Toutes ces conditions réalisées montrent jusqu'à quel point l'étude des détails a été fouillée. C'est que la lampe de mine étudiée en vue de réaliser un prix de revient « lampe poste » minimum pour le charbonnage est la meilleure garantie de sa valeur pratique.

Digitized by Google

TABLEAU I

CARACTÉRISTIQUES DES LAMPES ÉLECTRIQUES DE MINE.

Lampe F. A. M.	Lampe L. D. 7	Lampe L. D. 4
Electrolyte immobilisé. Acide sulfurique et silicate de soude. Charge normale : 1,5 ampère pendant 7 h 30. 50 éléments sous 150 volts. Décharge et éclairage normaux : 0,85 ampère pendant 7 heures. Durée : environ 300 postes.	Electrolyte immobilisé. Acide sulfurique et silicate de soude. Charge normale : 1,5 ampère pendant 7 h 30. 40 éléments sous 110 volts. Décharge et éclairage normaux : 0,85 ampère pendant 7 heures. Durée : environ 300 postes.	Electrolyte libre. Solution spéciale de potasse. Charge normale : 3 ampères pendant 5 heures. 30 éléments sous 110 volts. Décharge et éclairage normaux : 0,70 ampère pendant 10 heures. Durée : environ 1 000 postes.

TABLEAU II

ESSAIS PHOTOMÉTRIQUES *(résultats comparatifs)*

Caractéristiques	Lampe à essence ordinaire	Lampe à essence « Standard »	Lampe F. A. M. (plomb)	Lampe L. D. 7 (plomb)	Lampe L. D. 4 (fer-nickel)
Tension en volts avant allumage :			1,98	2,06	2,48
après 8 heures.			1,88	1 88	2,40
après 12 heures.			1,74	1,80	1,60
Intensité du courant en ampères :					
avant allumage.			0,85	0,81	0,72
après 8 heures.			0,84	0,80	0,71
après 12 heures.			0,82	0,75	0 57
Puissance absorbée en watt :					
avant allumage.			1,68	1,66	1,78
après 8 heures.			1,58	1.56	1,70
après 12 heures.			1,43	1,35	0,91
Intensité lumineuse en bougie décimale :					
avant allumage.	0,40	0,45	1	1,45	1,30
après 8 heures.	0,40	0,45	0,85	1,10	0,65
après 12 heures.	néant	néant	0,60	0,60	non mesurable
Eclairement en lux :					
à 1 m 50 de hauteur.	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5
à 0 m 75 de hauteur.	$<0,1$	$<0,1$	0,2	0,3	0,1
au ras du sol.	$<0,1$	$<0,1$	$<0,1$	$<0,1$	$<0,1$

Digitized by Google

TABLEAU III

TYPES	Capacité en 10 heures A-h	*Régime de charge* (ampères)		Poids unitaire par élément en ordre de marche
		En 7 heures	En 5 heures	
M 1 double	3	0,7	0,9	0,7
16	8	1,7	2,3	0,7
M 2 double	8,5	1,8	2,5	1,1
36	16	3.5	5	1,3
115	20	4,5	6	1,5
315	36	8	11	2.9
321	50	11	15	3,7
329	68	14	20	5
511	72	15	21	5,5
421	88	18	26	6,8
515	96	20	28	7,1
521	132	27	38	9.4
717	143	30	41	8,6
724	210	43	60	11,9
738	330	60	95	17.9
748	420	86	120	23,8

TALEAU IV

TYPES	Capacité en 10 heures A-h	*Régime de charge* (ampères)		Poids unitaire par élément en ordre de marche
		En 7 heures	En 5 heures	
511/VII	72	15	21	6
515/VII	96	20	28	7,8
521/VII	132	27	38	10,4
433/V	136	28	39	11,7
533/VII	204	42	59	15.3
538/VII	250	51	72	15.5
738/VIII	330	68	95	19,9

Digitized by Google

Digitized by Google

UN NOUVEAU DEBOUCHÉ DU CHLORE ÉLECTROLYTIQUE : LA FABRICATION DE LA CELLULOSE (1)

par M. MATIGNON,
Professeur au Collège de France.

L'auteur rappelle les principes de l'électrolyse du chlorure de sodium et les applications industrielles de la soude et du chlore. A la fin de la guerre il a été cherché de nouveaux débouchés pour le chlore électrolytique. Les établissements Pomilio, près de Naples, auxquels leur situation géographique a permis de monter la fabrication de l'acide chlorhydrique par recombinaison des gaz de l'électrolyse, créèrent entre autres l'industrie de l'extraction de la cellulose par le chlore. L'auteur décrit l'électrolyseur employé par ces établissements, indique ses caractéristiques de fonctionnement et son rendement, et compare ces données à celles des électrolyseurs américains. Il expose ensuite les réactions du chlore sur la lignine, qui permettent de l'analyser et aussi d'en extraire industriellement la cellulose. Il décrit le mode opératoire employé, note le rendement des opérations, le montant de la production, expose les qualités de la cellulose obtenue. Il termine par des renseignements sur les matières cellulosiques employés : paille, chénevotte et surtout alpha.

SITUATION DE L'INDUSTRIE DE LA SOUDE CAUSTIQUE

Quand 96 600 coulombs traversent une solution de chlorure de sodium, ils mettent en liberté à la cathode Na OH soit 40 grammes de soude avec 1 g d'hydrogène et à l'anode 35,5 g de chlore. Ces quantités relatives qui correspondent sensiblement à 10 tonnes de soude caustique pure pour 9 tonnes de chlore sont régies par la loi inflexible du rapport des équivalents électrochimiques.

Les besoins de l'industrie en soude et en chlore ou dérivés chlorés ne correspondent pas à ce même rapport. Les demandes relatives en soude sont beaucoup plus importantes que les demandes en chlore ; il en résulte un manque d'équilibre entre la production et la consommation et comme la soude ne suffit pas à elle seule pour assurer la rémunération de la fabrication, cette industrie se trouve arrêtée dans son développement et limitée par les seules applications du chlore.

La soude caustique intervient surtout dans la saponification des matières grasses pour la fabrication des savons, c'est son application la plus importante. On l'utilise aussi pour isoler

(1) Communication présentée à la réunion mensuelle du samedi 4 avril 1925.

Digitized by Google

la cellulose de certaines matières cellulosiques, pour le mercerisage du coton, opération qui augmente la résistance du coton et lui donne du brillant et qu'on réalise par trempage dans une lessive de soude appropriée, pour la préparation de la viscose, nouvelle forme de soie artificielle à base de cellulose. La soude est consommée également par les fabriques de matières colorantes qui l'utilisent pour la préparation des phénols à partir des dérivés sulfonés des carbures aromatiques ; enfin la soude est après la chaux l'alcali industriel le plus employé, elle sert d'agent de neutralisation toutes les fois que la chaux ne peut être employée.

La soude électrolytique n'intervient que pour une faible part dans ces applications ; les savonniers, par exemple, mettent surtout en œuvre la soude caustique préparée par voie chimique, c'est-à-dire par l'action de la chaux sur une solution assez étendue de carbonate de sodium Solvay. Il serait beaucoup plus logique que toute la soude caustique provînt directement de l'électrolyse plutôt que de dériver du chlorure de sodium en passant par l'intermédiaire du carbonate de soude.

Le chlore est consommé surtout sous forme de chlorure de chaux ou d'hypochlorites. A chaque tonne de soude électrolytique correspondent 2,5 tonnes de chlorure de chaux. Ces excellents agents d'oxydation sont toujours appliqués au blanchiment et à la désinfection, mais leur consommation reste limitée, elle s'est stabilisée autour d'un certain tonnage qui n'augmente qu'assez lentement.

A côté des hypochlorites on ne trouvait guère avant ces derniers temps, comme application du chlore que la préparation des dérivés chlorés de l'éthylène et de l'éthane à partir de l'acétylène.

L'intervention des produits chimiques nocifs dans la guerre, a donné momentanément une très grande activité aux industries électrolytiques du sel marin. On a créé dans les pays alliés et neutres comme dans les pays ennemis de nouvelles usines en vue de produire les quantités considérables et croissantes de chlore que nécessitait la guerre des gaz.

C'est qu'en effet, en dehors du chlore utilisé pour la formation de nappes d'attaque, la plupart des produits chimiques de guerre, lacrymogènes, vésicants, etc..., sont des dérivés chlorés, comme le phosgène, la chloropicrine, les acétones chlorées, le

Digitized by Google

sulfure d'éthyle chloré, etc., qui exigent du chlore pour leur fabrication.

La guerre finie, la plupart des nouvelles usines ont été fermées ou bien ont réduit leur fabrication à une faible fraction de leur capacité de production. C'est qu'en effet il existe bien peu d'usines électrolytiques qui, comme celles de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et Camargue, absorbent tout le chlore qui correspond à leur consommation en soude. Cette puissante

Fig. 1. — Déchargement et entrepôt des matières premières.

Compagnie fabrique non seulement les dérivés chlorés de l'éthylène et de l'éthane, mais encore l'acide acétique monochloré qui constitue une matière première importante pour la production de l'indigo par l'un des procédés de synthèse les plus suivis à l'heure actuelle ; grâce à ce nouveau dérivé chloré, les usines de la Compagnie seraient plutôt en déficit de chlore. C'était là, d'ailleurs justifié, le seul exemple d'une fabrication équilibrée.

Tous les chimistes et électrochimistes ont donc cherché depuis longtemps à dégager l'industrie électrochimique de la soude du cercle restreint dans lequel elle pouvait se mouvoir par la création de nouvelles applications du chlore.

Digitized by Google

Ces recherches intéressantes avant guerre se sont imposées davantage après guerre quand les nouvelles usines se sont vues dans l'obligation d'arrêter leur fabrication.

NOUVELLES APPLICATIONS DU CHLORE

C'est ainsi que M. Humberto Pomilio qui avait créé à Naples, pendant la guerre, pour les besoins du gouvernement italien, une fabrique de chlore électrolytique, fut conduit à faire un gros effort pour adapter le chlore à de nouvelles applications, en vue de maintenir la marche de sa fabrication de soude.

C'est qu'en effet la production italienne de soude caustique est très inférieure à la consommation des industries italiennes. En 1922 sur le marché italien on a acheté 30 000 tonnes de soude dont 10 000 tonnes seulement étaient produites en Italie, tandis que les 20 000 tonnes complémentaires étaient importées. D'ailleurs le développement vraiment extraordinaire de la soie artificielle entraîne en ce moment un besoin supplémentaire de 10 000 tonnes de soude.

M. Pomilio chercha d'abord à développer sa fabrication de chlorure de chaux en augmentant ses exportations favorisées d'ailleurs par leur embarquement sans transport préalable, dans le port de Naples ; il installa également une fabrication d'acide chlorhydrique en recombinant l'hydrogène et le chlore éliminés simultanément dans l'électrolyse. A cet effet, l'hydrogène arrive dans un brûleur plongé dans une chambre remplie de chlore, une combustion régulière s'y produit quand on règle convenablement l'arrivée des deux gaz et forme du gaz chlorhydrique qui se rend dans des vases absorbants. L'acide ainsi produit est particulièrement pur. Il est consommé en particulier par les usines de Sicile qui préparent les acides tartrique et citrique.

L'opération envisagée du point de vue énergétique est évidemment peu intéressante, néanmoins elle peut être rémunératrice dans des conditions spéciales, comme à Naples par exemple. Toute la grande industrie chimique est concentrée en Italie dans la région du Nord; l'acide chlorhydrique synthétique ne rencontre donc pas de concurrent dans l'Italie méridionale, les prix des acides du Nord se trouvant surchargés d'un fret assez élevé.

Avec cet acide on fabrique à Naples du chlorure de zinc qui

Digitized by Google

est employé surtout pour l'imprégnation des traverses de chemin de fer.

Mais ces différentes applications ne mettent en œuvre que des quantités très faibles de chlore.

M. Pomilio chercha à lier l'industrie du chlore à celle de l'aluminium et de la potasse en passant par l'intermédiaire des leucites italiennes.

Il existe dans plusieurs régions volcaniques de l'Italie et par-

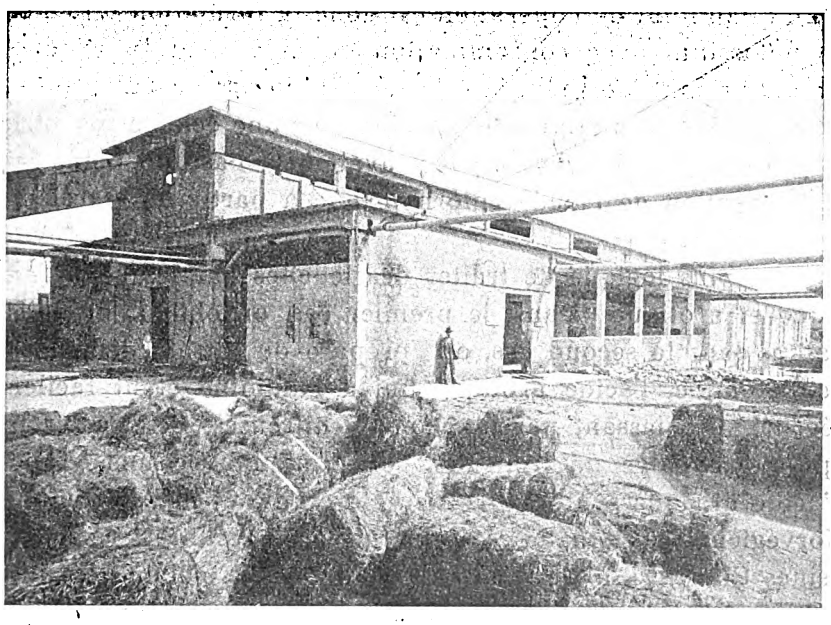


Fig. 2. — Arrivée au traitement chimique.

ticulièrement entre Sparanise et Gaëte au nord de Naples des gisements importants de leucite de formule :

$$4\,Si\,O^2\;Al^2\,O^3\;K^2\,O.$$

Ces leucites se présentent en cristaux plus ou moins gros noyés dans une gangue mère assez facile à séparer par des moyens mécaniques. Elles possèdent la propriété de se dissoudre assez facilement dans les acides en abandonnant la silice et formant les chlorures d'aluminium et de potassium solubles dans la solution chlorhydrique.

Si l'on prend la leucite en petits grains et qu'on la soumette à un lavage méthodique avec la solution chaude chlorhydrique,

Digitized by Google

l'alumine et la potasse passent en solution tandis que la silice reste sous la forme du grain initial devenu très poreux. Si maintenant, en vue de rétablir la concentration initiale en acide de la solution, on la sature par du gaz chlorhydrique, les chlorures de potassium et d'aluminium, moins solubles dans la solution concentrée s'y déposent successivement. On obtient ainsi du chlorure de potassium dont la consommation comme engrais est très grande et du chlorure d'aluminium facile à hydrolyser à chaud en régénérant l'acide et en mettant en liberté l'alumine.

Le bilan final de l'opération est donc la formation du chlorure de potassium avec consommation de chlore, et la production d'alumine matière première de la métallurgie de l'aluminium.

Toutefois après des essais effectués sur une échelle industrielle, le procédé fut abandonné ; il y avait à la base un point faible, la fabrication de l'acide chlorhydrique à partir de ses éléments constituants.

Il est plus logique de traiter des leucites par les acides sulfurique et azotique. Dans le premier cas, on obtient de suite de l'alun, dans le second cas, on prépare du nitrate de potasse et de l'alumine, l'acide azotique uni à l'alumine étant facilement régénéré en passant par les vapeurs nitreuses. Ce dernier mode opératoire exige naturellement une union avec une fabrique d'acide nitrique synthétique, il a été étudié et mis au point à la Norvégienne de l'Azote ; la fabrication de l'alun est réalisée aux usines Chartieri, à Cenzio (près de Gênes) en suivant les indications fournies par le baron Blanc auquel nous devons en Italie la création de l'industrie de la leucite.

M. Pomillio orienta ses recherches dans une autre direction ; l'isolement de la cellulose des matières cellulosiques à l'aide du chlore. Mais avant d'aborder ce nouveau problème, je voudrais donner quelques renseignements sur les Usines de Naples.

L'Usine électrochimique de Naples. — L'industrie de la soude électrolytique a comme bases le sel marin et l'énergie électrique. A Naples, le sel marin employé est du sel gemme pur qui vient de Sicile où des gisements ne sont pas très éloignés de la côte ; l'énergie électrique est fournie par la centrale du Volturno, centrale d'Etat qui, pour encourager le développement de l'industrie dans la région napolitaine, cède le kilowatt-heure au prix de 0,033 lire.

Digitized by Google

L'électrolyseur qui fonctionne aux usines Pomilio a été imaginé par M. H. Pomilio avec la collaboration du professeur Giordani, de l'Université de Naples. C'est un électrolyseur vertical à diaphragme et à contre-courant avec cathodes en fer et anodes en graphite. La vitesse de circulation de la solution est supérieure à la mobilité des ions OH et par suite tend à s'opposer à l'arrivée

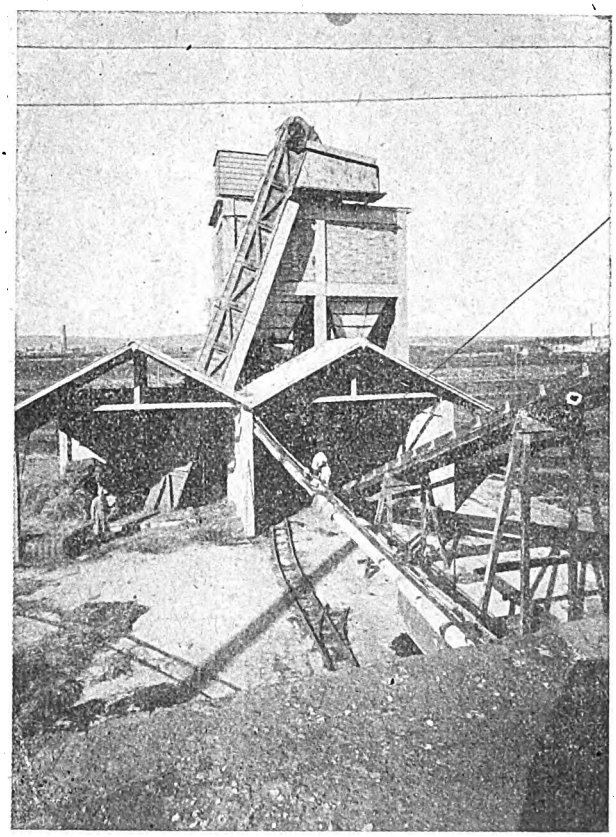


Fig. 3. — Lessivage.

de ces ions dans le compartiment anodique, donc à éviter la formation des réactions secondaires avec production de chlorates et d'hypochlorites. Chaque électrolyseur comporte une chambre anodique centrale entre deux compartiments fonctionnant en parallèle.

La porosité des diaphragmes qui limitent de chaque côté la chambre anodique varie avec leur âge, on peut cependant régu-

Digitized by Google

lariser la vitesse de circulation de la solution et la rendre indépendante de cette porosité en créant une différence de pression entre les deux compartiments de l'électrolyseur. On y arrive très simplement en élevant le niveau du liquide dans la cellule cathodique ; des dispositifs très simples permettent ainsi de modifier la pression de circulation sans modifier les surface anodique et cathodique. On peut produire un écart des deux niveaux atteignant jusqu'à 1,10 m, soit 30 centimètres par augmentation et 80 centimètres par abaissement.

Les électrodes en graphite groupées en parallèle dans l'électrolyseur éprouvent une perte qu'on a pu abaisser ces temps derniers à 7,5 kg par tonne de soude.

Chaque cellule fonctionne sous le régime de 3 000 ampères avec une tension variant de 3,4 volts à 5 volts.

Le rendement faradique mesuré sur l'ensemble des cellules varie de 90 à 95 pour 100, tandis que le rendement énergétique reste compris entre 50 et 55 pour 100.

On effectue tous les jours un dosage de la liqueur contenue dans chaque cellule : concentration alcaline, teneur en chlorate ; les liquides cathodiques sont examinés à des intervalles plus éloignés. La faible teneur en chlorate qui oscille entre 0,2 et 0,4 pour 100 montre la faible intensité des réactions secondaires et rend compte du bon rendement en soude par rapport à l'intensité du courant.

La lessive sodique qui contient en moyenne 130 g de soude au litre avec le sel marin non décomposé est soumise à la concentration d'abord dans un triple effet qui l'amène à 36° B, puis dans un appareil finisseur qui concentre jusqu'à 50° B. Une partie de cette dernière solution est transformée en soude solide.

Pendant la concentration, du sel marin se dépose, on l'envoie dans un filtre presse où il est lavé. Les eaux de lavage faiblement alcalines recevront par la suite une application dont nous reparlerons plus loin.

Les usines Pomilio qui comportent actuellement 100 cellules sont en voie d'agrandissement pour en porter le nombre à 150.

La cellule Giordani-Pomilio paraît comparable aux cellules à diaphragme reconnues comme les meilleures. Les cellules Nelson et Allen Moore, par exemple, ont des rendements respectifs garantis de 90 et 92 pour 100, et pour les dernières la garantie ne dépasse pas un mois après la mise en marche. Le rendement

Digitized by Google

Pomilio se rapporte à une usine en pleine marche depuis des années, comportant, par conséquent, des éléments de tout âge.

La cellule italienne est d'un établissement moins coûteux que les cellules américaines, elle est robuste et d'une conduite facile.

Son fonctionnement avec 3 000 ampères lui donne un avantage

Fig. 4. — Lessiveurs.

par rapport aux éléments, comme celui d'Allen Moore, qui ne reçoivent que 1 200 ampères.

Enfin la disposition verticale des cellules les rend peu encombrantes. A Naples où le terrain n'est pas cher, on les a espacées de manière à rendre leur abord facile, mais on pourrait condenser un puissant organisme d'électrolyse sur une surface restreinte.

Digitized by Google

La cellulose au chlore.

Principe du procédé. — Le procédé d'extraction de la cellulose par le chlore repose sur une base scientifique solide.

MM. Cross et Revan, les chimistes anglais qui ont consacré toute leur vie à l'étude de la cellulose, ont soumis cette dernière à l'action des réactifs les plus variés et dans les conditions les plus diverses ; ils ont reconnu qu'il n'existait qu'une seule méthode vraiment bonne et fidèle pour doser la cellulose dans une matière cellulosique : la séparation par le chlore. C'est la méthode

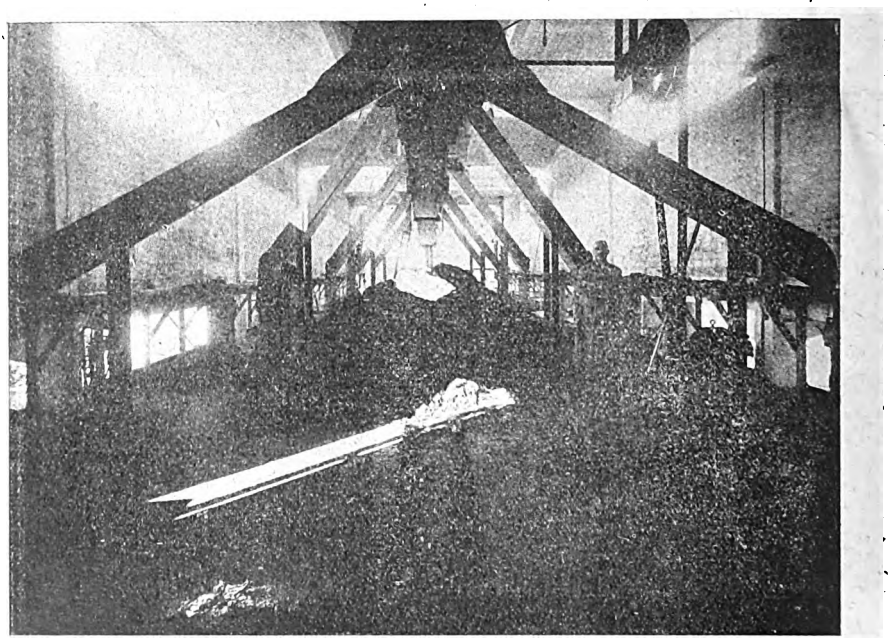


Fig. 5. — Chargement des chlorureurs.

qui fournit avec toutes les matières fibreuses le plus haut rendement en cellulose; en un mot, dans l'état actuel de nos connaissances, elle seule permet de faire une séparation rigoureuse de la cellulose sans détruire cette dernière.

Cross et Bevan ont montré que le chlore agit sur la matière incrustante, la lignine, en effectuant les substitutions chlorées :

$$RH^n + n\,Cl^2 = RCl^n + n\,HCl,$$

ils ont reconnu, en effet, que la quantité de chlore transformé en acide chlorhydrique est sensiblement la même que celle qui est contenue dans la lignine chlorée ; la réaction qui se passe est

Digitized by Google

bien définie et caractérisée par un arrêt bien déterminé de la fixation du chlore.

La lignine chlorurée est constituée par des quinones chlorées qui sont en partie solubles dans l'eau, en partie solubles dans une solution alcaline.

Voici d'ailleurs comment on procède à l'analyse d'une matière fibreuse cellulosique.

On traite 5 g de fibre pendant vingt minutes dans une solution de soude à 1 pour 100 maintenue à l'ébullition. Après lavage, la

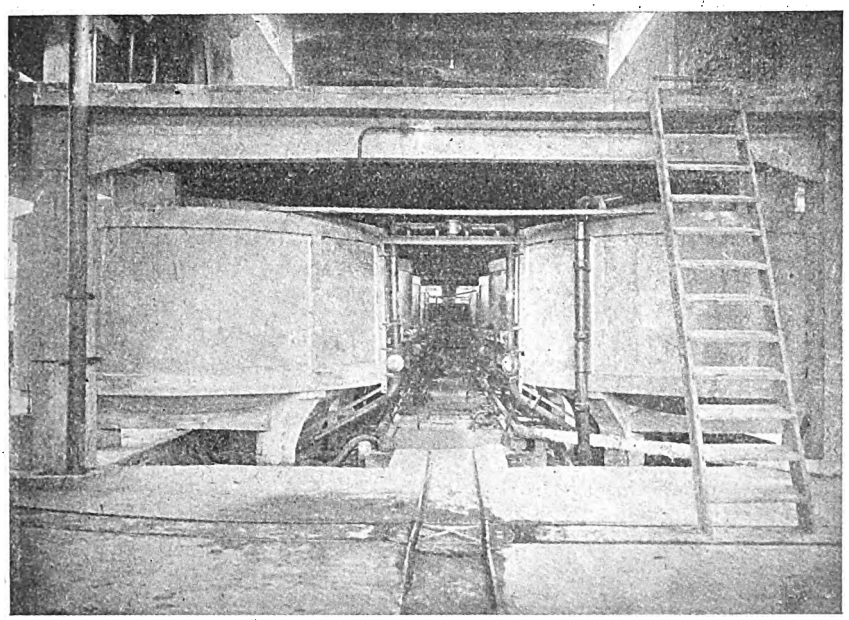


Fig. 6. — Chlorureurs.

fibre est soumise pendant 30 à 60 minutes à l'action du gaz chlore à froid. On lave à nouveau avec l'eau, puis avec une solution bouillante étendue et l'on termine par un blanchiment au chlorure de chaux, on obtient ainsi à l'état pur la cellulose contenue dans les 5 grammes soumis à l'essai.

D'après cela il suffirait de répéter ces opérations sur une échelle industrielle pour préparer la cellulose. En fait, malgré des efforts nombreux et persévérants, la méthode n'avait jamais pu être industrialisée avant les travaux italiens. C'est qu'en effet, les substitutions chlorées dans la matière incrustante sont fortement exothermiques, aussi quand on soumet cette matière en

Digitized by Google

quantité notable à l'action du gaz chlore, il se produit une élévation de température dans la masse et le gaz chlorhydrique formé réagit sur la cellulose en l'hydrolysant suivant un mécanisme aujourd'hui bien connu, avec formation d'une glucose fermentescible.

En Europe, deux usines, l'une à Genève, l'autre à Mannheim Rheinau, étudient l'hydrolyse de la cellulose par l'acide chlorhydrique et obtiennent après fermentation un minimum de 25 litres d'alcool absolu par 100 kg de sciure de bois sèche. Certaines diffi-

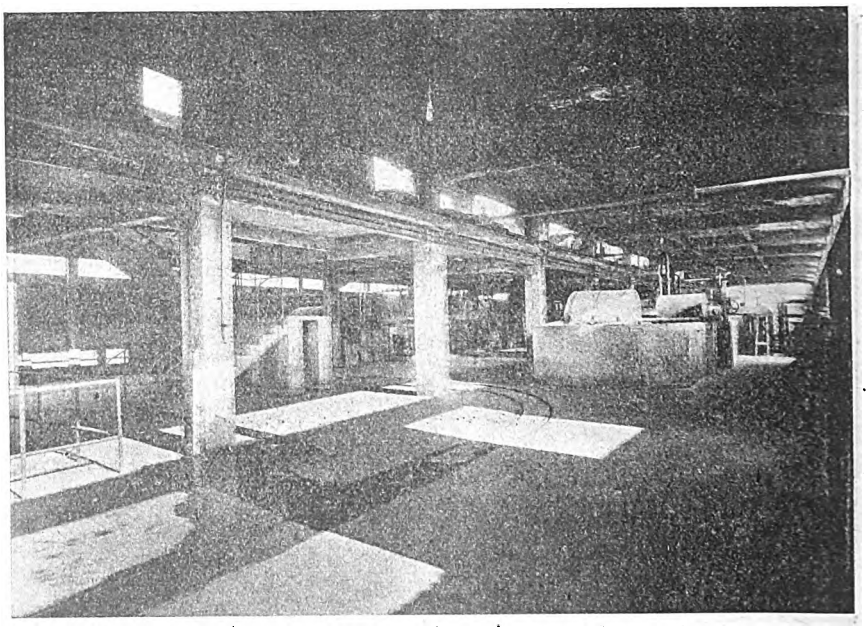


Fig. 7. — Elaboration mécanique.

cultés résultant de l'attaque des récipients par l'acide chlorhydrique, ont empêché jusqu'ici cette importante réaction d'être appliquée d'une façon courante.

Quoiqu'il en soit la réaction secondaire produite par l'acide chlorhydrique s'était opposée jusqu'ici à la mise au point du procédé. Ce n'est qu'à l'aide d'artifices longuement étudiés qu'on a pu résoudre la question et obtenir une cellulose non attaquée.

Nous allons retrouver dans le mode opératoire industriel les mêmes phases que dans l'opération analytique.

Mode opératoire. — Les usines napolitaines traitent en ce moment l'alfa venant de Tripolitaine, de Tunisie ou d'Algérie. L'alfa

Digitized by Google

qui arrive en balles de 250 kg est d'abord soumis au dépoussiérage dans un appareil approprié, puis lessivé pendant quatre heures avec une solution de soude très étendue à une température qui ne dépasse pas 70 à 80° C. Sous l'influence de ces lessivage, la tige d'alfa abandonne la cire, les matières grasses, les produits acides, etc... qu'elle contient et devient particulièrement convenable pour absorber le gaz chlore dans l'opération ultérieure.

Le lessivage met en œuvre les eaux de lavage du sel marin

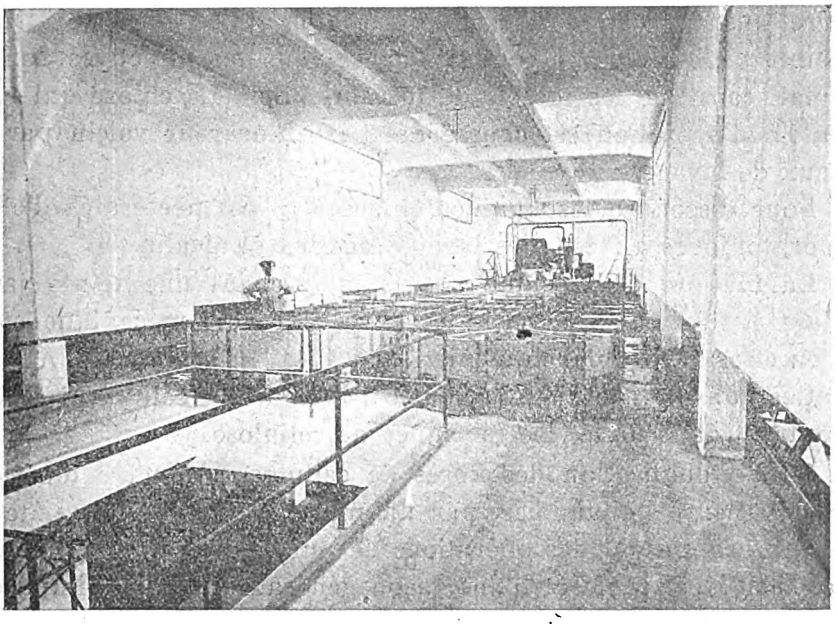


Fig. 8. — Salle des épurateurs.

déposé pendant la concentration de la lessive électrolytique ; il n'exige qu'une assez faible consommation de vapeur étant donné la faible élévation de température, l'isolement thermique des lessiveurs, le passage de la lessive chaude en fin d'opération du lessiveur au lessiveur voisin avec toutes ses calories.

La consommation de soude est minime ; la même solution sert un grand nombre de fois, on se contente de lui adjoindre une nouvelle quantité d'eaux de lavage alcalines pour maintenir son titre.

On lave l'alfa lessivé en fin d'opération, les eaux de lavage, un peu alcalines, seront utilisées elles-mêmes pour le lavage après chloruration.

Digitized by Google

La charge de chaque lessiveur est de près de 4 tonnes d'alfa.

Des bandes sans fin transportent l'alfa lessivé et lavé, des lessiveurs dans le bâtiment des chlorureurs. Ceux-ci sont constitués par de grandes chambres cylindriques en ciment armé, avec des ouvertures pour le chargement et le déchargement, ouvertures qui sont hermétiquement closes pendant l'opération et permettent à la chambre de supporter le vide.

C'est qu'en effet, pour faciliter la diffusion du chlorure dans la masse, convenablement disposée dans le chlorureur, on fait préalablement un vide équivalent à environ 40 à 50 cm de mercure, avant d'y faire arriver le gaz. L'opération dure de 24 à 48 heures ; elle doit être conduite en suivant des directives dont le détail constitue les secrets de la fabrication. Le chlore qui reste en fin d'opération est chassé dans le chlorureur voisin par les eaux de lavage.

Pour dissoudre les lignines chlorées, il est nécessaire d'effectuer, toujours à froid, des lavages aqueux et alcalin.

La matière cellulosique a pris maintenant une teinte jaune clair, il faut en désagréger les fibres par voie mécanique avant d'en effectuer le blanchiment.

Ces nouvelles opérations sont comparables à celles qui se rencontrent dans toutes les fabriques de cellulose.

L'individualisation des fibres de cellulose s'effectue dans une pile batteuse hollandaise, par un malaxage répété ; la pâte est ensuite soumise à des opérations de purification qui en séparent les incuits, le sable et d'une façon générale toutes les impuretés lourdes, brindilles, etc... Je me contenterai d'indiquer ici la série de ces appareils :

1° Les cônes sépare-nœuds chargés d'éliminer les incuits qui retournent aux chlorureurs ;

2° Les sabliers où s'effectue la séparation des parties lourdes, sable, brindilles, etc... ;

3° Les épurateurs oscillants qui filtrent à travers de petits trous les fibres bien individualisées et séparent les parties plus grossières qui retournent aux cônes précédents ;

4° Les séparateurs d'eau qui concentrent la pâte avant le blanchiment ;

5° La pile blanchisseuse où se termine la préparation de la cellulose ;

Digitized by Google

6° Le presse-pâte qui amène la pâte en feuilles, la déssèche et la découpe.

Remarquons que l'action du chlore gazeux dans le chlorureur a eu pour effet d'effectuer un commencement de blanchiment de la cellulose, de telle sorte que cette dernière opération ne consomme qu'une petite quantité de chlorure de chaux ou d'hypochlorite.

La consommation totale de chlore au chlorureur et dans la

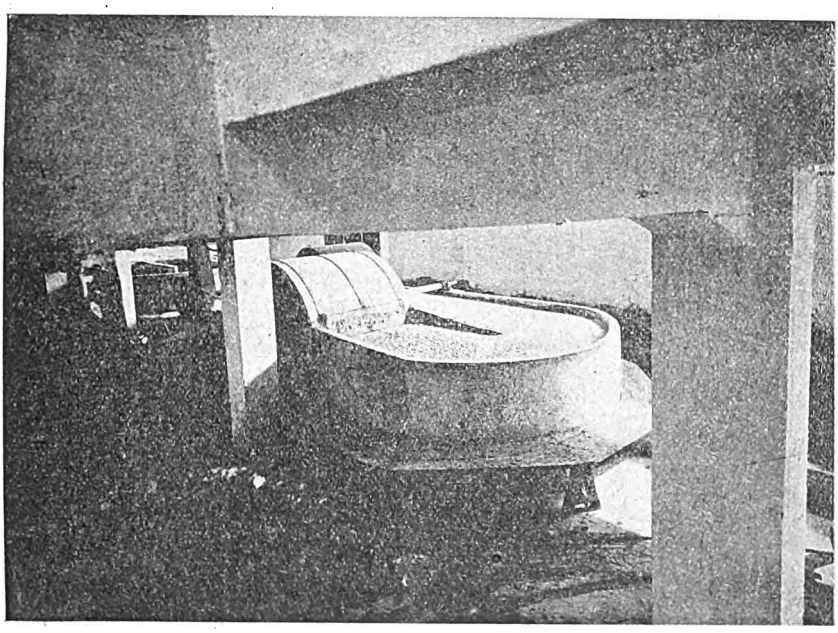


Fig. 9. — Appareils à secousses.

pile blanchisseuse est de l'ordre de 30 kg pour 100 kg de cellulose normale à 12 pour 100 d'eau.

La production des usines Pomilio qui était de 4 tonnes de cellulose en septembre dernier, passe maintenant à 6 tonnes ; on agrandit en ce moment l'usine pour obtenir un rendement journalier de 16 tonnes.

Qualités de la cellulose au chlore. — Quelle est la valeur de la cellulose ainsi obtenue ?

La cellulose d'alfa de Naples est recherchée sur les marchés ; elle est vendue en Italie, en France, en Suisse et aux Etats-Unis ; dans tous les pays elle a donné toute satisfaction aux fabricants de papier. La cellulose d'alfa est une cellulose de luxe qui n'in-

Digitized by Google

tervient que dans la fabrication des papiers de qualité supérieure, papiers à lettres, papiers pour la lithographie, etc... Ces papiers sont d'autant plus appréciés que leur teneur en pâte d'alfa est plus élevée.

L'usine Pomilio ne peut satisfaire à toutes les demandes de sa clientèle ; l'expérience commerciale permet donc déjà de garantir la qualité du produit italien.

L'examen microscopique et l'étude chimique de cette cellulose conduisent à la même conclusion.

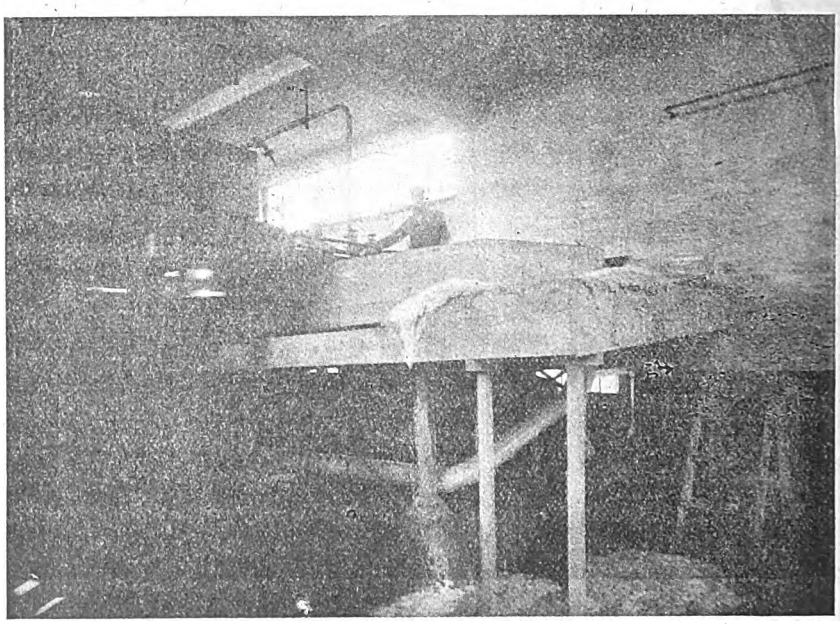


Fig. 10. — Epurateurs.

Par exemple, l'étude comparative de la cellulose au chlore et des meilleures marques de celluloses suédoises au bisulfite ne permet de constater aucune infériorité pour la première.

La cellulose traitée par le réactif au chloroiodure de zinc (solution d'iode dans le chlorure de zinc) qui teinte la cellulose en bleu violet et la lignine en jaune ne manifeste à l'examen microscopique que des traces de lignine et pas plus que les meilleures celluloses suédoises.

Cross et Bevan ont montré que toutes les celluloses étaient constituées par un mélange de trois celluloses : la cellulose α la plus stable vis-à-vis de l'action des divers réactifs et les celluloses

Digitized by Google

β et γ, qui sont généralement désignées sous le nom d'hémicelluloses. On sépare la cellulose α des deux autres en traitant l'ensemble par une solution froide de soude d'un titre convenable, les celluloses β et γ passent en solution tandis que la variété α reste insoluble.

Les celluloses utilisées dans la préparation de la viscose sont des celluloses isolées par la méthode au bisulfite, elles ne doivent pas contenir plus de 10 à 12 pour 100 d'hémicellulose ; la cellulose au chlore contient une dose un peu plus forte d'hémicel-

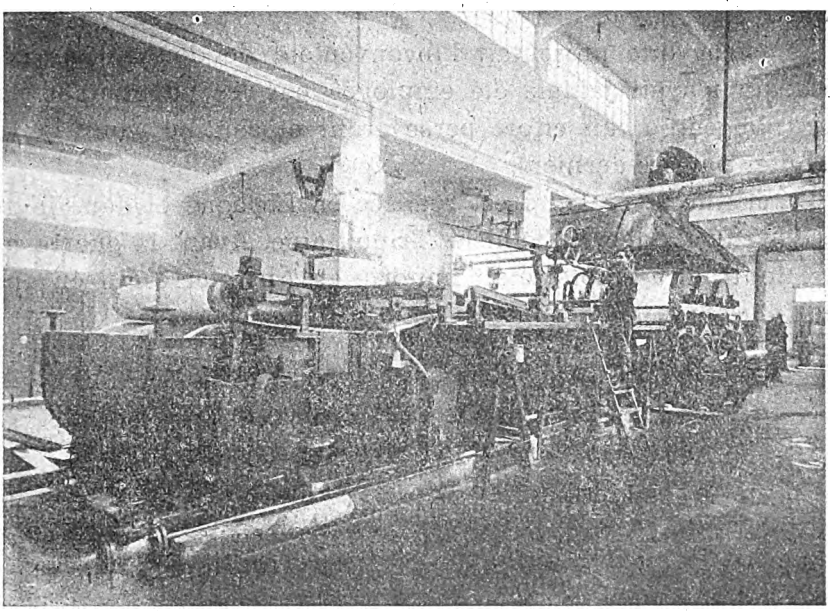


Fig. 11. — Presse à pâte.

lulose, atteignant jusqu'à 15 pour 100. Il serait peut-être possible, en apportant quelques modifications dans le traitement au chlore, d'abaisser cette teneur.

Matières fibreuses susceptibles d'être traitées par le chlore. — La libération de la cellulose des matières fibreuses par l'emploi du chlore a été appliquée pour la première fois au peuplier sur une échelle réduite par un Italien Cataldi, c'est en s'inspirant des travaux de ce dernier que M. Pomilio a mis progressivement au point son usine à cellulose. Au début, on a traité d'abord la paille, le traitement a été poursuivi pendant six mois avec cette matière première, plus tard la paille a été remplacée par la chénevotte et

Digitized by Google

enfin à l'instigation du gouvernement italien qui voulait mettre en valeur l'alfa de la Libye et de la Tripolitaine, l'usine n'a plus employé que l'alfa.

L'alfa s'adapte d'ailleurs mieux aux conditions napolitaines que la paille ou la chénevotte ; la culture des céréales n'est pas très développée dans l'Italie du Sud et par suite la paille y est assez chère ; le procédé pourrait être heureusement appliqué à la paille semble-t-il, dans la région de Ferrare, dans ces immenses plaines qui ont été conquises sur l'Adriatique et où la culture du blé est intensifiée ; on y trouverait sur place la paille en abondance.

La chénevotte présentait l'inconvénient de donner une cellulose qui n'avait jamais été employée par les papetiers d'Italie, elle obligeait à un effort persévérant et continu pour la faire adopter par ces derniers.

La cueillette de l'alfa est réalisée en Espagne et dans le nord de l'Afrique, Algérie, Tunisie, Tripolitaine. Avant la guerre presque tout l'alfa récolté était importé en Angleterre qui en absorbait plus de 200 000 tonnes avec les origines suivantes :

Espagne	43 000 tonnes.
Algérie	100 000 —
Tunisie	32 000 —
Tripolitaine	32 000 —
	207 000 tonnes.

En 1923, la production s'est élevée à 203 300 tonnes. L'Angleterre reste toujours le grand producteur de pâtes d'alfa, pâtes qui sont isolées par le procédé de la soude. Dans ce pays, 60 pour 100 de la cellulose consommée sont représentés par de la cellulose d'alfa. En France, où l'on s'est intéressé beaucoup plus tard à l'alfa, la production est encore très faible.

L'alfa espagnol est beaucoup plus riche en cellulose que celui du nord de l'Afrique, sa teneur atteint de 55 à 57 pour 100, alors que l'africain ne dépasse pas 45 à 48 pour 100.

Les établissements Pomilio sont actuellement en pourparlers avec le gouvernement italien pour obtenir par l'intermédiaire du ministère des Colonies, une concession alfative d'au moins un million d'hectares, dans la Tripolitaine et la Libye.

Digitized by Google

Une Société italienne « La Tripolitaine », a installé des presses à vapeur dans trois centres distincts de la Tripolitaine. Les Arabes apportent l'alfa de l'intérieur où ils la cueillent. La matière fibreuse est fortement comprimée en balles de 250 kg et expédiée en Europe.

En Algérie, en Tunisie, on opère avec des presses à main moins coûteuses, qui donnent d'ailleurs des balles d'alfa beaucoup moins denses que celles qui sont obtenues par compression avec les presses à vapeur.

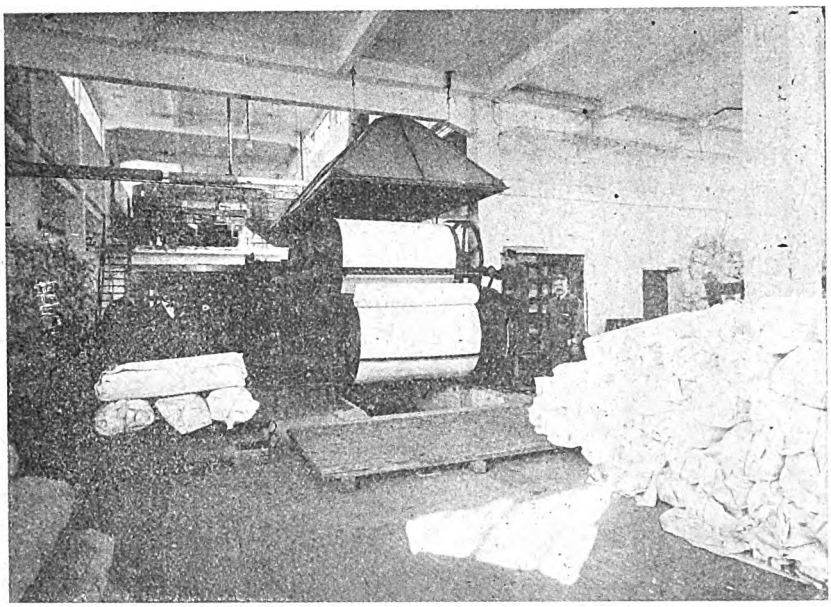


Fig. 12. — Séchoir.

La cueillette est interdite pendant les mois de février, mars et avril, période de croissance de la plante.

Le développement de la récolte alfative dans le sud de la Tripolitaine et de la Libye, par l'accord de nouvelles concessions, aurait l'avantage de diminuer d'autant la consommation toujours croissante et de plus en plus inquiétante pour l'avenir, des bois tendres, peuplier, sapin, etc... pour la fabrication de la cellulose. On ne peut que se réjouir de voir intervenir de plus en plus comme concurrents de l'arbre des plantes annuelles herbacées comme l'alfa et la paille, etc...

Digitized by Google

Conclusion.

En résumé, nous devons aux Etablissements Pomilio la mise au point d'un nouveau procédé pour la fabrication de la cellulose, fondé sur l'emploi du chlore, qui fournit une excellente cellulose et va permettre à l'industrie électrochimique de la soude de se développer et sans doute d'assurer la consommation mondiale de la soude caustique. Il semble même que l'on n'ait plus à craindre aucun déséquilibre dans cette industrie pas plus que dans le sens chlore que dans le sens soude, car les deux produits de l'électrolyse peuvent servir concurremment pour l'isolement de la cellulose et par conséquent il serait toujours possible d'installer parallèlement à côté de l'usine électrochimique, les deux procédés d'obtention de ce produit, la cellulose, dont la consommation augmente rapidement avec le développement de la civilisation.

Digitized by Google

INFORMATIONS
DE LA SOCIETE FRANCAISE DES ELECTRICIENS

1° PRINCIPALES DÉCISIONS DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ET DU BUREAU EN AVRIL 1925

A. L'Assemblée générale du 4 avril 1925 a avancé à la fin du premier trimestre la date de recouvrement des cotisations.

B. Dans sa séance du 22 avril, le Bureau a décidé :

a) d'établir, à l'usage de ceux de ses membres qui en feront la demande, une lettre d'introduction officielle auprès des sociétés et groupements étrangers ;

b) d'établir un nouvel insigne pour les membres de la Société.

2° COMMISSARIAT GÉNÉRAL ITALIEN A L'EXPOSITION DE GRENOBLE DE 1925

M. Semenza a été désigné par le gouvernement italien pour remplir cette fonction.

3° NOUVELLES LIAISONS RADIOÉLECTRIQUES

Depuis le 20 avril, la station radioélectrique de Beyrouth a ouvert une liaison commerciale avec la station italienne de Pise.

Cette liaison est ouverte à toutes les relations internationales. Elle permet d'acheminer dans les conditions les plus rapides et les plus sûres le trafic entre l'Italie d'une part, la Syrie, la Palestine et l'Egypte d'autre part. Venant s'ajouter aux liaisons Beyrouth-Belgrade et Beyrouth-Paris elle augmente le courant de trafic entre l'Orient, l'Europe et les au-delà.

Il est à prévoir que d'ici très peu de temps, le centre de Beyrouth ouvrira une liaison avec celui de Prague.

Prochainement la Société anonyme espagnole « Union-Radio » ouvrira à Madrid une nouvelle station de Radiodiffusion qui émettra sur une longueur d'ondes comprise entre 350 et 375 mètres et sera installée sur les bâtiments des grands magasins Madrid-Paris dont elle prendra vraisemblablement la dénomination.

Digitized by Google

4° PROGRAMME PROVISOIRE DE LA SEMAINE DE DISCUSSIONS DU 26 AU 31 OCTOBRE 1925

Lundi 25 octobre, 9 h, ouverture

1re SECTION

a) Suite des discussions de décembre 1924 :

— Coefficient de déformation des courbes des alternateurs. Présentation de la méthode de M. Belfils.

— Essais des machines par ondes à front raide.

— Mise en court-circuit des machines synchrones et asynchrones, M. FALLOU.

b) Questions nouvelles mises en discussion :

— Définition et mesure des coefficients de fuite et de réactance dans les alternateurs, MM. DARRIEUS et SCHMUTZ.

— Compensation de phase des installations à courant alternatif, M. DE PISTOYE.

— Exposé des diverses méthodes graphique, analytique et expérimentale permettant de déterminer la perméance d'un champ.

Mardi 27 octobre

2e SECTION

a) Rappel des discussions de décembre 1924 :

— Définitions et grandeurs photométriques.

— Photométrie hétérochrome.

— Eclairage des usines et des écoles.

— Les phares d'automobiles et le code de la route.

— Eclairage publique des voies et des grands espaces.

b) Questions nouvelles mises en discussion :

— Régime des lampes branchées sur une batterie d'accumulateurs et une dynamo en parallèle, M. BOSSU.

— Rayonnements invisibles des lampes électriques, M. FABRY.

— Diffuseurs et réflecteurs, MM. JOUAUST et MARIAGE.

— Chauffage par accumulation, M. d'AUBENTON-CARAFA.

Mercredi 28 octobre

3e SECTION.

a) Suite des discussions de décembre 1924 :

— Etat de l'industrie des piles électriques.

Digitized by Google

— Accumulateurs au plomb et accumulateurs alcalins, MM. DELASALLE et VINTENON.
— Batteries d'accumulateurs dans les stations de production, M. JUMAU.
— Fours électriques : bilan et facteur de puissance.

b) Questions nouvelles mises en discussion :

— Les industries électrochimiques dans le Sud-Est.

Jeudi 29 octobre

4e SECTION

a) Rappel des discussions de décembre 1924 :

— Lignes en fer pour transmission d'énergie électrique.
— Calcul des lignes.
— Pertes dans les diélectriques et conditions de réception des câbles à haute tension.

b) Questions nouvelles mises en discussion :

— Sous-stations automatiques, M. PÉRIDIER.
— Traction par accumulateurs, MM, BOES et DELASALLE.
— Electrification générale de la France et l'interconnexion des réseaux, M. PARODI.
— Electrification rurale, MM. CHAMPIGNY et FERRON.
— Protection des grands réseaux, M. DARRIEUS.
— Comptage sur les grands réseaux, M. LAVANCHY.
— Déséquilibre dans les réseaux, M. GENKIN.
— Amélioration du facteur de puissance, M. BUDEANU.

Vendredi 30 octobre

5e SECTION

a) Suite des discussions de décembre 1924 :

— Modulation en téléphonie sans fil, MM. CABANNE et LÉVY.
— Téléphonie automatique, MM. CHAVASSE et DAMOISEAUX.
— Téléphonie à très longue distance, M. LANGE.
— Radiogoniométrie.
— Applications et perfectionnements de l'appareil Baudot.

b) Questions nouvelles mises en discussion :

— Communications par ondes porteuses, M. DUBOIS.
— Commandes à distance par synchronisation, M. CARLIN.

Digitized by Google

Samedi 31 *octobre*

6e SECTION

a) Suite des discussions de décembre 1924 :

— Désignation des différentes variétés de décharges électriques à travers les gaz et les diélectriques, M. DAUVILLIERS.

— Puissance et énergie réactives, M. ILIOVICI.

— Expériences de Karl Hering.

b) Questions nouvelles mises en discussion :

— Action thérapeutique des lampes à rayonnement violet et ultra-violet, M. le docteur SAIDMAN.

— Appareils thermoioniques de grande puissance, M. HOLWECK.

Les membres de la Société qui auraient un rapport à présenter ou des observations à faire sur les questions portées à l'ordre du jour sont instamment priés de vouloir bien se faire inscrire 14, rue de Staël, Paris (XVe).

Digitized by Google

TRAVAUX DES SECTIONS [1]

SOMMAIRE

1re Section. — Modifications à apporter aux principes de construction des alternateurs, moteurs et transformateurs, p. 379. — Méthode de Lehmann pour le tracé des lignes de force dans l'air, p. 380.

2e Section. — Régime des lampes à incandescence branchées sur une batterie d'accumulateurs et une dynamo montées en parallèle, p. 381. — Chauffage par accumulation d'énergie, p. 382. — Vérification des réflecteurs pour projecteurs d'automobiles, p. 383.

3e Section. — Cause de la décharge spontanée des piles et accumulateurs, piles sans usure locale ; accumulateurs insulfatables, p. 383.

4e Section. — Modifications à apporter aux principes de construction de l'appareillage à haute tension, p. 384. — Méthodes de localisation des courts-circuits dans les réseaux de câbles à très haute tension, p. 387.

1re SECTION. — PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Président : M. Roth.

Séance du 6 mars 1925. — *Modifications aux principes de construction des alternateurs, moteurs et transformateurs.* — M. Neu rappelle que dans les petites exploitations, le prix de l'appareillage et des appareils de mesure grève lourdement les frais d'installation. Il a donc cherché s'il ne serait pas possible de réduire ces prix d'accessoires, tout au moins pour les machines de faible et de moyenne puissance. Considérant que dans les machines à point neutre, les tensions entre les divers points d'un enroulement et la masse vont en croissant depuis le point neutre jusqu'à la pleine tension à l'autre extrémité de l'enroulement, il propose de donner aux isolants une rigidité croissante le long des enroulements. Il deviendrait dès lors possible d'augmenter la section du cuivre au voisinage du point neutre en profitant de la réduction d'épaisseur de l'isolant, d'autre part, de réduire cette section ou le nombre des spires vers la borne de sortie. Les mêmes considérations montrent qu'il serait préférable de placer dans la région de l'enroulement où le potentiel par rapport au sol est le plus fai-

(1) Tout membre de la Société française des Electriciens peut, en adressant une demande au Délégué général, 14, rue de Staël, être convoqué aux séances des Sections.

Digitized by Google

ble, les transformateurs de courant actuellement situés à la sortie et qui, par suite, doivent être très fortement isolés. Il en résulterait une réduction considérable de l'isolement et du prix de revient de ces appareils.

Quant aux transformateurs de tension, ils seraient remplacés par des prises auxiliaires effectuées sur les enroulements à une distance convenable du point neutre. A l'appui de ces observations M. Darrieus signale qu'aux Etats-Unis les transformateurs monophasés à haute tension n'ont qu'une seule borne de sortie, l'autre extrémité de l'enroulement étant connectée à la terre. L'économie ainsi réalisée sur l'isolement est de 30 pour 100 et le rendement des appareils est augmenté. M. de Pistoye fait observer que ce sont surtout les conditions de résistance mécanique qui imposent les épaisseurs d'isolants ; le renforcement des isolants d'entrée est d'ailleurs adopté par presque tous les constructeurs. Enfin le percement de l'isolant entre les conducteurs et la masse est presque toujours consécutif à un percement entre spires. En ce qui concerne la mesure des potentiels entre des prises auxiliaires faites à une extrémité du bobinage, il signale l'influence possible de l'irrégularité de la répartition des fuites et, par suite, de la chute de tension le long de l'enroulement pour une phase donnée. M. Legros attire l'attention sur la rupture possible des connexions de mise à la terre, rupture qui entraînerait l'application de la pleine tension entre un quelconque des points de l'enroulement et la masse. Il signale en outre qu'il est nécessaire de placer les transformateurs de courant à la sortie des machines quand on a recours pour celles-ci à des dispositifs de protection différentiels.

Méthode de Lehmann pour le tracé des lignes de force dans l'air. — M. Roth expose cette méthode qui a été décrite dans *La Lumière électrique*, du 6 novembre 1909, t. VIII, p. 161, et il en montre, au tableau, quelques applications. M. Janet rappelle, à ce propos, les travaux théoriques de Potier sur la détermination de la réluctance des entrefers dans les induits dentés. M. Roth a utilisé la méthode de Lehmann pour calculer les fuites et les coefficients d'Hopkinson dans son ouvrage sur les alternateurs et les moteurs synchrones. De cette méthode doit être rapprochée celle de Kuhlmann pour le tracé des surfaces équipotentielles et des lignes de force sur les bornes à haute tension de forme compliquée.

Digitized by Google

2e SECTION. — ÉCLAIRAGE

Président : M. LEBAUPIN.

SÉANCE DU 31 MARS 1925. — 1° *Régime des lampes à incandescence branchées sur une batterie d'accumulateurs et une dynamo montées en parallèle.* — M. Bossu fait ressortir qu'il est difficile de maintenir dans ces conditions une valeur fixe de la tension d'alimentation, étant donné qu'il est souvent nécessaire de recharger la batterie pendant la durée d'éclairage.

Il insiste sur l'intérêt qu'il y a à employer des lampes établies pour la tension la plus basse compatible avec l'installation.

M. Blondel a présenté au Congrès de 1900 un rapport sur l'utilisation des lampes à basse tension. Les prévisions contenues dans ce rapport ont été confirmées et l'application du tungstène aux filaments des lampes à incandescence a encore accru la portée de leurs applications.

Il remarque que les considérations présentées par M. Wetzel au cours de la dernière séance sur la vie économique des lampes s'appliquent à plus forte raison aux lampes à basse tension qui, pour une intensité lumineuse donnée ont une surface de filament plus faible et une température plus élevée. Leur filament est donc moins influencé par la distillation.

Il indique quelques solutions pour le cas des installations à accumulateurs et il rappelle qu'il a préconisé la méthode des lampes en série avec fil d'équilibre. Il propose des tensions normalisées pour les installations à accumulateurs ; par exemple :

1° Petites lampes : 2 volts.

2° Automobiles et très petites installations : 6 à 12 volts.

3° Eclairage électrique des trains : 20 à 30 volts.

4° Eclairage des villas et châteaux : 30 à 60 volts.

5° Eclairage de secours : 110 volts.

Il indique pour chacune de ces installations les caractéristiques que la technique impose et les dispositifs spéciaux nécessités par la présence de la batterie d'accumulateurs.

Il conclut qu'une installation à basse tension présente une double économie du fait du rendement d'une part et de la réduction du prix du matériel de l'autre, car le prix de la batterie et celui de la dynamo décroissent avec la tension ; seul le prix de la canalisation croît en sens inverse.

Digitized by Google

Cette question sera portée à l'ordre du jour des journées de discussions d'octobre.

M. le Président fait remarquer que pour certaines installations autonomes importantes, une tension d'au moins 60 volts est nécessaire à cause de la longueur de la canalisation.

M. Duperron rappelle que la Compagnie du Chemin de fer du Nord a essayé d'appliquer le système Weissmann mais que le faible rendement des transformateurs employés à cette époque n'a pas permis de réaliser une économie sensible.

M. Fabry fait remarquer que l'amélioration lumineuse des lampes à basse tension est due à la température plus élevée que le filament peut atteindre.

M. Bossu signale que la brillance du filament varie suivant les lampes dans le rapport de 1 à 26.

M. Maisonneuve rappelle qu'en Amérique où la tension des lampes est normalisée à 110 volts, on en fabrique pour 30 volts destinées à l'éclairage domestique autonome.

A une question de M. M. Leblanc, M. Bossu répond que la durée des lampes doit être égale pour toutes les tensions, que si l'on adopte les idées de M. Wetzel sur la vie économique des lampes, le rendement des lampes à basse tension est, à durée égale, très supérieur à celui des lampes à 110 volts et au-dessus.

M. le Président signale que ce qui empêche d'adopter, sur les trains composés de voitures ordinaires remorquées électriquement, des lampes à tension très basse montées en série, c'est uniquement la nécessité d'avoir sur chaque voiture deux circuits d'éclairage.

2° *Chauffage par accumulation d'énergie.* — M. le Président expose que sur les réseaux dont les usines productrices doivent fonctionner jour et nuit on a proposé d'abaisser le prix de vente du courant de nuit afin de permettre d'accumuler l'énergie thermique pendant les heures creuses et de l'utiliser ensuite, par exemple pour le chauffage. Il cite en exemple des applications faites en Suisse et à la Compagnie du Gaz de Lyon.

M. Callou signale que la question est dominée par le prix consenti pour le kilowatt-heure de nuit.

M. Sternberg fait remarquer que les accumulateurs thermiques doivent contenir au moins 5 tonnes d'eau.

Digitized by Google

M. Callou répond qu'en Suisse les accumulateurs sont généralement de faible capacité.

M. Fourcault observe que, dans les centrales thermiques dont la production tombe presque à zéro pendant la nuit, on couvre les feux ce qui entraîne un gaspillage de charbon pour le réallumage des chaudières à la pointe du matin.

M. Callou fait remarquer que les compagnies productrices devraient consentir et publier un prix minimum du kilowatt-heure afin que l'on puisse se rendre compte de la possibilité économique de l'accumulation.

M. Fourcault ajoute que les compagnies s'occupent activement de cette question.

M. Sternberg ne croit pas qu'il y ait des difficultés au sujet des compteurs. A Lausanne, le tarif change 6 fois en 24 heures.

M. le Président estime qu'il est nécessaire de réunir une documentation avant d'établir des essais contrôlés. Il propose à la section de désigner M. Fourcault pour se mettre en rapport avec le Syndicat des Producteurs qui s'occupe de la même question.

3° *Vérification des réflecteurs pour projecteurs d'automobiles.* — M. Marsat expose en quelques mots que pour cette vérification il a utilisé une série de 9 lampes « Norma » fabriquées avec des décentrements connus du filament.

Cette série permet de déceler tous les défauts connus des réflecteurs paraboliques dus, soit au plissement des surfaces, soit au perçage du trou de passage de la lampe satellite, etc...

Il fait remarquer que dans certains projecteurs du type réglable, le filament de la lampe ne passe au foyer de la parabole pour aucune des positions de la lampe.

Il enverra à tous les membres de la Section une notice sur son procédé de vérification des réflecteurs.

3e SECTION — ÉLECTROCHIMIE. ÉLECTROMÉTALLURGIE

Président : M. CHAUMAT.

SÉANCE DU 28 MARS 1925. — *Cause de la décharge spontanée des piles et accumulateurs ; piles sans usure locale ; accumulateurs insulfatables.* — M. Féry rappelle que la cause la plus connue de la décharge spontanée est la polarisation par transport de l'oxygène sur l'électrode négative. Il cite les deux expériences suivantes qui démontrent que les impuretés des électrodes et de l'électrolyte

Digitized by Google

n'ont pas d'action. Quand on plonge dans une solution de sel ammoniac une lame de zinc entourée d'un fil de cuivre propre, le cuivre se recouvre de zinc et l'action s'arrête. D'autre part, si on forme une lame de plomb en électrode positive par le procédé de Planté, elle se couvre de superoxyde noir. Si, après lavage et séchage, on coupe la lame et qu'on la replonge dans l'eau acidulée où elle a été formée, la coupure, brillante d'abord, noircit et l'action s'arrête. Dans les piles, l'oxygène emprunté à l'air se dissout dans l'électrolyte ; dans les accumulateurs, l'électrolyte dissout, outre l'oxygène de l'air, celui qui se dégage du peroxyde très instable Pb^2O^5 des positives. On évitera donc la décharge spontanée en soustrayant l'électrode négative à l'action de l'air. Dans les piles à liquide immobilisé l'électrode de zinc, placée au fond de l'élémeent, est noyée dans une masse à pores très fins qui retient par capillarité le liquide, empêchant ainsi l'accès de l'air. L'électrode positive occupant la partie supérieure de l'élément, est formée de gros grains de charbon entre lesquels l'air circule.

L'emploi d'une matière poreuse immobilisant le liquide dans les accumulateurs au plomb, les rend insulfatables. Après un repos de deux ans et décharge complète, ils ont repris leur capacité initiale. Ces nouveaux accumulateurs présentent sur les piles sèches ordinaires l'avantage de pouvoir être régénérés facilement et sans frais.

Accumulateurs pour lampes de mines portatives. — Le délégué général résume la communication de M. Mathivet qui est insérée in-extenso page 333 du présent Bulletin.

4e SECTION. — GROS APPAREILLAGE, CANALISATION, TRACTION

Président : M. Parodi.

Séance du 21 mars 1925. — 1° *Modifications aux principes de construction de l'appareillage haute tension.* — M. Neu appelle l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir utiliser directement des lignes de transmission d'énergie à très haute tension pour alimenter directement les clients en cours de route. Par exemple, un industriel ayant besoin d'une installation de 100 kw peut consommer annuellement 300 000 kw-h, ce qui correspond à une recette d'environ 100 000 francs ; or si le prix du transformateur correspondant est abordable, celui de l'outillage tel qu'il est établi actuellement est hors de proportion avec le premier.

Digitized by Google

M. Neu remarque que les pièces métalliques qui constituent généralement l'interrupteur pourraient être avantageusement remplacées dans le cas de la haute tension par une résistance pouvant atteindre 20 ohms. Par exemple : cette résistance pourrait être constituée par des liquides plus ou moins conducteurs qui auraient l'avantage de déterminer une rupture moins brusque au moment du fonctionnement de l'appareil ; un pôle interrupteur pourrait être ainsi constitué par deux récipients isolants supportés eux-mêmes par des isolateurs. Le fond de ces récipients laisserait passage aux conducteurs d'amenée et les récipients remplis d'eau légèrement acidulée seraient fixés à une distance suffisante l'un de l'autre pour éviter des amorçages d'arcs. Les deux bains liquides pourraient être réunis par un tube en U renversé et rempli de liquide qui se déplacerait verticalement au moment de la manœuvre. On pourrait aussi réunir les récipients par un canal isolant et faire varier la hauteur du liquide dans les récipients, par exemple en déplaçant des récipients auxiliaires, en gonflant des poches à air immergées dans les récipients en y établissant des plongeurs, etc...

Pour faire jouer au tube en U le rôle d'un coupe-circuit à réenclenchement automatique retardé, il suffirait de donner au tube sur une portion de sa longueur, une section telle qu'une surintensité accidentelle produise un échauffement suffisant pour vaporiser le liquide qui serait ainsi chassé hors du tube. Dès que la vapeur se condensera, le liquide rentrera automatiquement dans le tube, refermera le circuit, l'ouvrira de nouveau si la surintensité persiste, etc...

L'emploi de récipients auxiliaires clos assurerait la constance du niveau du liquide pendant une très longue durée. Si l'on voulait appliquer ce même principe à de fortes intensités, on pourrait shunter le liquide par une connexion métallique après fermeture du circuit.

Il y aurait lieu de constituer les contacts au fond des récipients de manière à éviter l'électrolyse qui n'a, du reste, chance de se produire qu'aux basses fréquences pour de fortes densités de courant et avec des pièces de contact parfaitement polies. N'ayant pas eu l'occasion de voir se produire des ruptures en haute tension entre surfaces liquides, M. Neu serait reconnaissant des renseignements qui pourraient lui être apportés sur ce point.

On peut supposer que la majeure partie de l'énergie de rup-

Digitized by Google

ture serait absorbée par la vaporisation ou peut-être par la dissociation de l'eau. Ces phénomènes sont de nature à favoriser l'extinction de l'arc.

On peut, dans le même ordre d'idées, constituer un pôle interrupteur par un récipient isolant à col long et étroit évasé à la partie supérieure. Placé sur un isolateur, il recevrait le courant par un plot conducteur traversant son fond. Une électrode mobile cylindrique de faible diamètre en métal ou en carbone reliée par un conducteur souple à la borne de départ, plongerait dans le récipient rempli d'un liquide résistant. Au moment où l'électrode sortirait du liquide, une résistance ohmique s'interposerait entre les bornes et l'étincelle de rupture jaillirait entre l'extrémité inférieure de l'électrode mobile et la surface supérieure du liquide.

Si l'on veut éviter l'emploi de conducteurs souples, on pourrait constituer chaque pôle par deux récipients semblables dans lesquels plongeraient deux électrodes cylindriques mobiles reliées entre elles. On aurait ainsi une rupture de chaque phase en 2 points avec interposition d'une double résistance.

M. Vedovelli rappelle l'installation réalisée, il y a une trentaine d'années à l'Usine du Secteur des Champs-Elysées, où un interrupteur était constitué par une cuve contenant de l'eau surmontée d'huile.

Un électro-aimant élevait la cuve pour la mettre en contact avec les bornes métalliques à relier. Ce dispositif a dû être abandonné et l'on est revenu à la rupture dans l'huile seule.

Si l'on envisage que le courant à rompre est de l'ordre de l'ampère, un simple sectionneur suffit. Au cas de court-circuit, on peut craindre une explosion du tube qui fonctionnerait comme un fusible.

M. Neu répond que dans les petits postes auxquels il songe on peut se protéger contre les courts-circuits par une self-inductance, à quoi MM. Darrieus, Lavanchy et Vedovelli objectent que la self-inductance dans l'air est coûteuse.

M. Vedovelli ajoute que pour les petits postes un sectionneur serait suffisant.

M. Neu fait remarquer que si du fait de la protection, un court-circuit ne représente que 50 fois la puissance normale absorbée, la puissance à dissiper reste faible.

M. Lavanchy rappelle qu'aux Forces motrices de la Vienne on

Digitized by Google

emploie des fusibles avec sectionneurs aériens sans disjoncteurs à huile pour 1 000 kv-A.

M. Parodi conclut de ces débats qu'il serait intéressant de voir des constructeurs s'intéresser à la question et exécuter des essais pour élucider les problèmes que M. Neu a posés.

2° *Méthodes de localisation des courts-circuits dans les réseaux de câbles à très haute tension*, par M. FALLOU. — M. Fallou rappelle que le réseau de l'Union d'Electricité est constitué par des câbles monopolaires sous plomb, isolés pour 33 000 volts entre conducteurs et plomb.

Les méthodes de localisation utilisées sont les suivantes :

1er cas. Le conducteur avarié est à la terre et n'est pas sectionné.

On emploie la méthode de la boucle aux deux extrémités avec pont de Wheatstone comprenant une boîte à pont de précision, un galvanomètre suspendu et une pile de 40 volts. On localise ainsi le défaut à 1 ou 2 mètres près et le câble peut être remis en service 12 heures après l'accident. La méthode de la chute de tension que l'on utilisait d'abord a dû être abandonnée en raison des courants parasites.

2e cas. Le conducteur est sectionné, mais bien isolé.

On mesure la capacité du tronçon par la méthode de Kohlrausch avec boîte à pont, téléphone de réseau, sonnerie ou buzzer. La précision est moindre, mais comme le plus souvent le défaut est dans une boîte, la méthode indique cette boîte et l'on a ainsi une approximation de l'ordre d'une demi-longueur du tronçon de câble.

3e cas. Le conducteur est sectionné et à la terre.

Si le conducteur n'est pas franchement à la terre, il faut faire claquer le défaut, ce qui demande parfois plusieurs heures avec un petit alternateur spécial. Quand la terre est franche, l'impédance et la résistance sont mesurées à l'aide d'un wattmètre, d'un ampèremètre et d'un voltmètre ; on en déduit l'inductance du circuit conducteur à la terre. La présence des câbles voisins n'influe pas sur la mesure qui tout en étant peu précise permet de repérer la boîte la plus voisine du défaut, on ouvre celle-ci ainsi que la suivante et à l'aide d'accumulateurs on mesure la chute de tension sur le plomb du câble en tendant un fil pilote entre les deux boîtes (distance 250 m).

M. Fallou rappelle que sur le réseau de l'Union d'Electricité, le

Digitized by Google

neutre n'est mis à la terre qu'à l'usine ; les recherches sont faites par l'ingénieur de la sous-station et son adjoint qui disposent d'une automobile pour transporter le matériel de recherches.

M. Péridier indique que la Société des Transports en commun de la Région parisienne emploie avec succès un cadre de télégraphie sans fil avec amplificateurs, accumulateurs et casques qui sont portés par des agents subalternes.

M. Fallou répond que la perspective d'avoir à transporter un matériel aussi lourd lui a fait préférer la méthode de Kohlrausch.

M. Darrieus expose un résumé du calcul du courant de court-circuit et il accepte de faire ultérieurement un exposé plus complet en raison de l'intérêt que cette question présente pour les installations de relais.

Digitized by Google

ECHOS DES SOCIETES ETRANGERES

SOMMAIRE

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal of the American Institute of electrical Engineers, mars 1925 :

1° Divers. — *a*) Réunion d'hiver. — *b*) Réception ouverte des ingénieurs à l'Université d'Oklahoma. — *c*) Réunion du Comité de direction. — *d*) American engineering standards Committee. — *e*) Centenaire de Carnot, p. 389-391.

2° Sommaires des principales communications. — *a*) Canalisations, appareillage. — *b*) Télégraphie, téléphonie, transmission par ondes. — *c*) Instruments de mesure. Essais d'isolateurs. Ondes porteuses par câbles ; relais polarisés ; emploi du thermalloy ; phénomènes transitoires. — *d*) Divers, p. 391-394.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal, mars 1925 :

Sommaires des principales communications. — *a*) Production et utilisation. — *b*) Appareillage. — *c*) Télégraphie, téléphonie, transmissions par ondes ; moteur à cage d'écureuil; moteur d'induction; pertes dans les bornes , télégraphie accélérée ; art des communications ; transmetteurs à valves, p. 394-396.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA. — Elettricista, mars 1925 :

1° Divers. — *a*) Groupe de Naples, de Milan, de Rome, de Bologne, — *b*) Rapport du Comité électrotechnique italien sur l'unification des tensions de distribution. — *c*) Enquête sur les sujets à proposer pour les recherches électrotechniques, p. 396-403.

2° Sommaires des principales communications. — *a*) Production et utilisation, stabilité des machines synchrones. — *b*) Canalisations, calcul des lignes. — *c*) Téléphonie, calcul d'un réseau téléphonique, p. 403-404.

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS. — Bulletin, mars 1925 :

1° Divers. — *a*) Rapport sur le dernier exercice des Institutions de contrôle de l'Association. — *b*) Rapport sur les accidents survenus dans les installations à courant fort en Suisse, en 1924, p. 404-406.

2° Sommaires des principales communications. — Méthodes de mesure; pertes dans les condensateurs, p. 406.

SOCIÉTÉ BELGE DES ELECTRICIENS. — Bulletin, mars 1925 :

1° Divers. — Statuts du Comité électrotechnique belge, p. 406.

2° Sommaires des principales communications. — *a*) Utilisation, Transverter Highfield. — *b*) Appareillage ; méthodes de mesure ; huiles de transformateurs, p. 406-407.

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS
(Journal de mars 1925)

1° DIVERS (Journal de mars 1925). — a) *Réunion d'hiver.* — Cette réunion qui s'est tenue à New-York du 9 au 12 février 1925 comptait 1 500 présents. Les communications, publiées d'avance, étaient résumées en quelques minutes, et la plus grande partie des séances put être consacrée aux discussions. Les séances tech-

Digitized by Google

niques furent comme d'usage entremêlées d'attractions et de visites diverses.

Des communications furent présentées sur les moteurs, les réseaux, les essais des câbles au papier imprégné, les constantes de temps des machines électriques, l'établissement des moteurs des locomotives, l'effet corona en courant continu dans les gaz et dans les huiles, l'effet des applications répétées de tension aux isolants fibreux, les forces exercées sur les supports des barres omnibus pendant un court-circuit, les mesures électriques des conducteurs, l'emploi de l'oscillographe pour la mesure des phénomènes mécaniques, l'électrolyte dans les batteries d'accumulateurs.

La médaille Edison fut remise à M. Howell pour sa contribution personnelle à la fabrication des lampes à incandescence.

b) *Réception ouverte des ingénieurs à l'Université d'Oklahoma.* — Le 17 mars, jour de la Saint Patrice, patron des ingénieurs américains, la cérémonie connue sous le nom de Engineering Open House, s'est tenue à l'Université d'Oklahoma dans un nouveau bâtiment qui a coûté 500 000 dollars. Le but des organisateurs étant de faire connaître au grand public les réalisations accomplies par les Ingénieurs et comme son nom l'indique d'ailleurs, cette cérémonie se tint toutes portes ouvertes.

c) *Réunion du Comité de Direction.* — A la dernière réunion tenue le 10 février, le Standards Committee fut autorisé à soumettre à l'American Engineering Standards Committee les règlements de l'American Institute of Electrical Engineers approuvés par le bureau du directeur le 21 janvier et portant, en particulier, sur les condensateurs synchrones, les transformateurs de mesure et les appareils de soudure à l'arc.

d) *American Engineering Standards Committee.* — La Société américaine pour l'essai des matériaux a été priée par l'American Engineers Standards Committee de créer un sous-comité pour étudier les spécifications du fil de cuivre dur et du fil de cuivre demi-dur. Les nouvelles spécifications proposées ont été adoptées.

Les spécifications pour les fils de cuivre demi-doux ou recuit et pour les isolants au caoutchouc ont été soumises au sous-comité des fils et câbles isolés.

Cinq comités techniques sont en voie de création pour l'unification des appareils radio-récepteurs.

Digitized by Google

Un Comité spécial des Mines étudie les lampes électriques des mines, l'installation et l'emploi des lampes électriques dans les mines de charbon, les locomotives à accumulateurs destinées aux mines grisouteuses, etc...

Depuis 1890, époque à laquelle les piles sèches firent leur apparition aux Etats-Unis, cette industrie s'est accrue très rapidement et dans les dernières années la production annuelle d'éléments a dépassé plusieurs centaines de millions d'unités.

Le Bureau of Standards a étudié l'unification des dimensions et des spécifications des piles sèches, ce qui a eu pour résultat d'éliminer de nombreux calibres incommodes et d'amener une grande économie dans la production.

Un sous-Comité spécial a été créé le 12 janvier 1924 pour poursuivre ces études.

e) *Centenaire de Carnot.* — Les Founder Engineering Societies l'American Physical and Chemical Society et plusieurs universités et collèges d'ingénieurs se sont réunis le 4 décembre 1924 pour célébrer le centenaire de la publication, par Nicolas Léonard Sadi Carnot, des principes de la thermo-dynamique. Des adresses furent présentées, à cette occasion, par notre collègue M. Fabry et par diverses personnalités américaines.

Sommaires des principales communications. — a) *Canalisations, appareillage. — Projet de spécifications pour les essais d'isolateurs* (sous-comité spécialement désigné par l'Institute), 4 000 mots, p. 301. — Ce projet est le résultat d'un travail de trois années. Le Sous-Comité était composé de représentants qualifiés de constructeurs et de distributeurs. L'expérience a montré dans le passé qu'il y avait des écarts considérables suivant la méthode employée entre les résultats d'essai des isolateurs. D'autre part, certains acheteurs ont imposé des épreuves qui gênaient la production sans accroître la sécurité du produit obtenu et ces deux faits ont mis en évidence le grand intérêt que présenterait l'unification des méthodes d'essai. Les fabricants d'isolateurs les cataloguent d'après une échelle plus ou moins arbitraire de tensions d'emploi. En fait, beaucoup de ceux qui utilisent les isolateurs les soumettent à une tension beaucoup plus élevée que celle portée au catalogue.

Il a donc paru plus logique de cataloguer les isolateurs d'après la tension qu'ils supportent aux essais et de laisser à l'acheteur

Digitized by Google

thodes d'essai et son Président, M. Argersinger, demande que les critiques soulevées par son projet lui soient adressées 147, Milk Street, Massachussetts.

b) *Télégraphie, téléphonie, transmissions par ondes. — Système de transmission télégraphique par ondes porteuses à la fréquence de la voix, utilisable dans les câbles,* par Hamilton, Nyguist, Long et Phelps, 3 850 mots, 5 figures. — Les systèmes de transmission aux fréquences supérieures à celle de la voix employés depuis plusieurs années sur les lignes aériennes ne peuvent l'être dans les câbles qui affaiblissent fortement les courants de haute fréquence. Le système décrit s'applique spécialement aux longs câbles à quatre conducteurs qui peuvent constituer dix circuits télégraphiques et plus. Les mêmes fréquences porteuses sont utilisées dans les deux directions. Elles sont espacées de 170 périodes. Les courants porteurs sont fournis à chaque extrémité de la ligne par un seul générateur à fréquence multiple.

Relais télégraphiques polarisés, par Fry et Gardner, 4.150 mots, 10 fig. — Les auteurs décrivent et discutent deux formes de relais réalisés par la Bell System Co et appliqués à l'origine à la télégraphie par fils. L'un de ces relais est destiné au service ordinaire et l'autre au service intensif. Ce dernier est plus sensible et muni d'un enroulement auxiliaire accélérateur.

c) *Instruments de mesure. — Erreurs dues aux variations de température dans les wattheures mètres à induction. Compensation des erreurs par l'emploi du thermalloy,* par Kinnard et Faus, 5 700 mots, 17 fig. — L'article comprend deux parties : la première traite du problème général des erreurs dues aux changements de température dans les wattheuremètres et décrit des méthodes permettant de discriminer les divers éléments qui interviennent. Parmi ces erreurs, les unes existent pour toutes les valeurs du facteur de puissance : ce sont les plus importantes ; les autres ne se produisent qu'aux bas facteurs de puissance ; l'article expose des méthodes permettant de les éliminer. La deuxième partie contient la description d'une méthode permettant de compenser les erreurs de la première catégorie par l'emploi de shunts magnétiques en thermalloy. On désigne sous ce nom générique une série d'alliages cuivre-nickel-fer dont la perméabilité est douée d'un fort coefficient négatif de température et qui présentent d'autres propriétés anormales. En appendice est décrit

Digitized by Google

le choix du coefficient de sécurité de son installation. Le Sous-Comité des isolateurs a donc borné son activité à définir les mé- un nouveau thermomètre magnétique basé sur l'emploi du thermalloy.

Phénomènes transitoires dans les réseaux de distribution, par Bush et Booth, 9.800 mots, 18 fig. — Lorsque, dans un réseau, certains éléments travaillent au voisinage des limites supérieures de charge, la puissance à laquelle l'ensemble peut supporter des changements brusques de charge ou de connexions est sensiblement abaissé. Les auteurs ont donc jugé intéressant de proposer des méthodes d'analyse applicables aux phénomènes transitoires. Ils exposent d'abord une discussion qualitative du problème, puis une méthode d'analyse par points qui tient compte de l'inertie des machines, des champs transitoires, etc. Cette méthode n'a de valeur pratique que si on dispose de procédés analytiques rapides applicables à un moment donné de la durée du phénomène. Les seules méthodes exposées sont celles qui se sont montrées avantageuses, et en particulier celle des abaques.

d) *Divers. — Historique des applications de l'électricité à bord des navires,* par Hibbard et Hetherington, 25 000 mots. — Ce rapport est l'œuvre d'un sous-comité nommé en 1919 par le président du Comité de la marine à l'Institute. Il a été complété par un chapitre sur la propulsion électrique des navires et par d'autres sur les installations électriques auxiliaires.

Diminution du prix du courant électrique. — Dans 32 villes des Etats-Unis le prix du courant électrique a diminué de 8,6 pour cent, tandis que le prix de l'habillement augmentait de 74,2, celui du mobilier de 116 pour cent, celui du logement de 68 pour cent, celui de la nourriture de 42,4 pour cent. Au cours de ces deux dernières années, le prix des lampes électriques a baissé de 37 pour cent.

Effet corona dans l'huile, par Grago et Hodnette, 2 840 mots, 7 fig. — Description d'expériences sur les effets de fortes contraintes diélectriques dans les huiles de transformateurs. Les auteurs concluent :

1° Qu'entre pointes, aucune modification appréciable des caractéristiques de l'huile ne se révèle au-dessous de la tension à laquelle apparaît l'effet de couronne ;

2° Qu'au-dessus de ce point il se produit dans l'huile un phénomène semblable à certains égards à l'ionisation de l'air ;

Digitized by Google

3° Qu'avec l'échantillon d'huile employé, la résistivité et la résistance à la rupture ne décroissent pas d'une manière continue quand la contrainte s'élève ;

4° Que les effets observés se produisent en quelques minutes et ne sont pas permanents ;

5° Qu'ils ne se produisent pas dans les appareils industriels convenablement établis.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS
(Journal de mars 1925)

a) *Production et utilisation. — Nouveau type de moteur d'induction à cage d'écureuil à fort couple de démarrage,* 4 300 mots, 2 figures, 25 courbes. Discussion au groupe de Sheffield, 4 300 mots. — L'auteur a cherché à corriger l'infériorité que présentent les moteurs de ce genre d'absorber un fort courant de démarrage avec un facteur de puissance bas. A cet effet il constitue l'enroulement d'une barre de cuivre axiale entourée d'une couche d'acier jointive autour de laquelle il place une couche plus mince de cuivre reliée à la barre centrale par ses deux extrémités. Le courant alternatif qui traverse la barre centrale développe dans la barre d'acier une force qui le repousse vers la couche extérieure de cuivre. Cette force croît avec la fréquence du courant et la résistance effective du conducteur complexe croît en même temps. Au démarrage, la fréquence est celle du courant d'alimentation, la résistance effective et le couple de démarrage sont élevés. A la vitesse de régime, au contraire, la fréquence a la valeur, très basse, correspondant au glissement et la résistance se réduit à sa valeur en courant continu. L'auteur donne les résultats des expériences qu'il a effectuées pour déterminer l'épaisseur optima à donner à la couche d'acier et à la couche extérieure de cuivre et il les rapproche de ceux donnés par un moteur à rotor normal.

Prédétermination du fonctionnement des moteurs d'induction, par Hoseason, 1 800 mots, 3 tableaux, 1 schéma, 6 courbes. — L'auteur remarque que jusqu'ici, on n'est pas parvenu à prédéterminer le fonctionnement des moteurs d'induction avec autant d'exactitude que celui des autres machines, ce qui oblige à admettre des tolérances importantes, notamment sur le facteur de puissance. Cette approximation plus large tient à ce qu'on manque de

Digitized by Google

temps pour tenir compte de tous les facteurs entrant dans le calcul. L'auteur propose une méthode nouvelle, à la fois rapide et exacte. Il déduit un ensemble de formules de la théorie exposée par Steinmetz qu'il rapproche des formules approximatives employées actuellement. Il donne une représentation graphique des résultats tirés des deux groupes de formules, le rapport des résultats ressortant comme facteur de correction. Ce facteur permet d'obtenir, en partant des formules approchées et simples, des résultats presque aussi exacts que ceux tirés des formules plus compliquées.

b) *Appareillage. — Pertes dans les bornes ; régimes en courte durée des shunts pour forts courants,* par Melsom et Booth, du National Physical Laboratory, 2 000 mots, 1 figure, 2 courbes, 3 tableaux. — Cette question a été discutée à un comité de la British Engineering Standards Association. Les expériences exécutées par les auteurs montrent que les bornes en laiton donnent une résistance de contact très supérieure à celle des bornes en cuivre. Les expériences ont porté également sur l'échauffement des éléments de shunts en cas de surcharges de courte durée. La valeur de la surcharge qu'un élément peut ainsi porter dépend presque entièrement de sa chaleur spécifique; l'effet de radiation et de convection étant, dans ce cas, négligeable. Les auteurs ont calculé les surcharges correspondant à des échauffements donnés et ils les ont contrôlés expérimentalement.

c) *Télégraphie, téléphonie, transmissions par ondes. — L'accélération de la télégraphie,* par Murray, 25 000 mots, 1 oscillogramme, 1 courbe, 4 figures, 2 tableaux. Discussion à Londres 9 000 mots. — Un résumé critique de cette communication par M. Bonnin a paru au *Bulletin* de mars de la Société française des Electriciens dans les travaux de la 5e Section, p. 257, sous le titre : la Télégraphie de l'avenir.

L'art des communications (Extrait d'une adresse présidentielle prononcée à Liverpool le 3 novembre 1925), par Harrisson, 2 800 mots, 5 figures. — L'auteur passe une rapide revue des derniers progrès réalisés par télégraphie multiplex qui permet de transmettre 130 mots par minute dans chaque sens; en télégraphie sous-marine, par l'emploi des amplificateurs à fil chaud, à valves termoioniques et à cellules de sélénium, par les perfectionnements appliqués aux câbles eux-mêmes, tels le câble posé en 1924 entre la Grande-Bretagne et New-York et qui, grâce

Digitized by Google

à sa capacité électrostatique réduite, permet de transmettre 600 mots dans chaque sens, ou le nouveau câble de New-York aux Açores, auquel l'emploi du permalloy, dont la perméabilité est 30 fois celle du meilleur fer de Suède, assure une capacité de transmission de 1 700 mots par minute dans chaque sens ; en téléphonie sous-marine, par les nouveaux câbles tels que celui achevé l'an dernier entre Walcheren (Hollande) et Aldeburgh (Suffolk) à conducteurs sous papier et plomb uniformément « chargés ». Les ingénieurs allemands ont fait beaucoup de recherches sur la télégraphie par courant porteur à fréquence audible, avec stations de répéteurs identiques à ceux des stations téléphoniques. On a pu obtenir ainsi 6 transmissions télégraphiques distinctes de 166 mot par minute, soit environ 1 000 mots au total par minute, sur six paires de fils téléphoniques. Enfin, dans un certain nombre de pays ou de villes, à Londres, notamment, la téléphonie par opératrices est remplacée par la téléphonie automatique.

Transmetteurs de télégraphie sans fil à valves thermoioniques, par courant alternatif redressé, par Shearing, 9 800 mots, 253 figures, 13 courbes, 2 tableaux. Discussion devant la Section de télégraphie sans fil, 6 400 mots. — L'auteur expose le développement pris par certains types de valves depuis décembre 1918 dans la marine anglaise. Après un court historique, il indique une méthode de calcul pour la réalisation des électrodes et l'évaluation des pertes d'énergie. Il décrit quelques types de circuits de transmetteurs et étudie le montage des valves en série et des circuits de grille séparés. Il décrit les circuits d'essai installés pour la réduction des interférences d'harmoniques et les dispositifs utilisant pour la signalisation le contrôle par le potentiel de grille.

En terminant, il indique les caractéristiques courantes des valeurs employées par l'Amirauté.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

(« Elettrottecnica » de mars 1925)

1° DIVERS. — *a*) RÉUNION DE GROUPES. — *Groupe de Naples.* — M. Selmo expose l'*influence des compteurs sur l'emploi de l'énergie électrique.* Il passe en revue les divers types de compteurs à courants alternatifs et leurs applications et montre que leur grande variété a permis aux diagrammes de consommation de suivre de près les diagrammes de production. A propos des compteurs permettant de tenir compte du facteur de puissance, compteurs d'éner-

Digitized by Google

gie réactive, d'énergie complexe, d'énergie apparente, il conclut que, malgré toute l'ingéniosité dépensée dans ce domaine, aucun appareil ne résout encore complètement le problème posé.

Au cours d'un exposé d'ensemble sur *l'état actuel de la cinématographie et de la télévision,* M. d'Amelio rappelle que les appareils Belin sont maintenant d'un usage commun en France et d'autre part que la vision à distance sera réalisée le jour où on pourra transmettre une image en un seizième de seconde. L'énorme difficulté du problème consiste en ce qu'il est nécessaire d'analyser et de reproduire chaque figure par points. Pour donner l'impression de continuité, il doit y avoir au moins 25 points par millimètre carré. En supposant une seule variation par point, il faudra donc 250 000 variations pour analyser une figure de 10×10 cm^2. On est ainsi conduit à utiliser des fréquences de l'ordre de 4×10^6 p:s et si la transmission se fait par ondes, des longueurs d'onde de 75 m. L'appareil transmetteur est relativement simple (1).

Mais la difficulté la plus grande se rencontre dans la réalisation du récepteur, puisque la lumière doit varier de zéro au maximum pendant le quart d'un milionième de seconde et qu'un synchronisme parfait doit être conservé pour la vitesse très élevée donnée au système. Toutefois, cette difficulté peut être tournée s'il s'agit de reproduire des figures sans demi-teintes, en employant des traits fins au lieu de points. On peut, en effet, réduire considérablement la fréquence des variations.

Groupe de Milan. — Lors de la réunion du 10 mars 1925, notre collègue et ami M. Semenza étant parvenu au terme de ses trois années de présidence à la tête du groupe de Milan, a été remplacé par M. Emanueli, dont les travaux sur les câbles à haute tension sont universellement connus. La Société française des Electriciens a adressé ses cordiales félicitations au nouveau Président.

Au cours de la même séance, notre collègue, M. le professeur Ricardo Arno a présenté une communication sur ses *voltampère-heuremètres* et sur l'*emploi des tubes de Braun* dans l'enseignement de la théorie des moteurs électriques. M. Pugno-Vanoni exposa une autre application des mêmes tubes à la mise en évidence des *gaz occlus* dans la *masse des diélectriques.*

Groupe de Rome. — Le 21 décembre 1924, sur l'invitation de la

(1) Voir dans le Bulletin de la Société française des Electriciens, décembre 1924, t. IV (4e série) n° 40, p. 185, la communication de M. Belin.

Digitized by Google

Compagnie générale d'Electricité et de la Société Terni pour l'Industrie et l'Electricité, les membres de ce groupe ont visité le poste à 125 000 volts construit à Papigno pour transformer et transmettre l'énergie vers la Toscane, les Marches et les Abruzzes.

Dans la réunion du 10 février 1925, M. le Professeur Bordoni présenta au groupe un exposé d'ensemble du *problème de l'éclairage* basé sur les données Nord-Américaines et qui intéressa vivement l'auditoire.

Groupe de Bologne. — Le 10 février 1925, M. le professeur Piola fit une communication sur l'*auto excitation des dynamos*. Il remarqua que bien qu'il ait été étudié depuis longtemps, ce phénomène n'est pas encore complètement éclairci. Après avoir rappelé les théories antérieurement données, il en proposa une interprétation physique. M. Piola présenta la lampe *à arc de tungstène* qui sera prochainement présentée à la Société française des Electriciens. M. Piola l'envisage comme une lampe à arc ordinaire dont l'amorçage se produit par l'écartement des électrodes primitivement en contact, mais avec ionisation résultant d'une décharge auxiliaire dans le gaz inerte qui baigne les électrodes. Le choix de ce gaz et du métal des électrodes auxiliaires a beaucoup d'importance, car l'amorçage doit se faire à basse tension. Dans l'exemplaire présenté ont été utilisé le néon et le magnésium. M. Piola, en projetant sur un écran l'arc notablement agrandi et à intensité lumineuse réduite, montra à l'auditoire la phase initiale et la phase de régime du phénomène.

Ce type de lampe trouve principalement son application quand on a besoin, comme pour les projections, d'une source punctiforme. Mais la faible puissance des exemplaires construits actuellement en limite les applications.

Comité électrotechnique italien. — Rapport du VII[e] sous-comité (Tensions et matériaux de distribution) approuvé en séance plénière le 5 février 1925 à Milan. — *Unification des Tensions de distribution.*

Après un exposé des avantages que présenterait cette unification pour les divers intéressés, le rapport expose que le Sous-Comité a défini la tension de distribution par sa valeur moyenne aux bornes d'utilisation. Laissant de côté la question des écarts maxima de tension, la Commission s'est attachée surtout aux deux considérations préliminaires suivantes :

Digitized by Google

1° Que les décisions du Comité électrotechnique international en ce qui concerne l'échelle des tensions, pour pouvoir plus facilement remplir leur but, qui est de fournir non seulement des conseils pour les installations nouvelles, mais aussi des règles pour la transformation graduelle des anciennes installations, doivent tenir compte, dans une juste mesure, de l'état de fait existant dans la technique des installations secondaires ;

2° Que, pour tirer l'avantage maximum de cette mesure, il est important de réduire au minimum le nombre des tensions adoptées ; il conviendra en particulier d'éliminer les tensions les plus faibles qui donnent un rayon d'action trop limité et, parmi les plus fortes, celles qui dépassent les limites de sécurité pour les distributions intérieures d'éclairage ou pour l'appareillage.

Conformément à ces principes, la Commission a choisi, pour les tensions d'éclairage, les deux seules valeurs de 125 et 155 volts, moyennes respectives de 120 et 130 et de 150 et 160. Ces valeurs s'appliqueront en courant continu et en courant alternatif.

Pour la force motrice, la Commission a pris en outre en considération les deux points suivants :

1° Pour faciliter l'extension des systèmes de distribution triphasés à 4 fils, dans lesquels les lampes sont insérées entre phase et neutre et les moteurs entre phases, il convient d'adopter pour la force motrice une tension qui soit dans le rapport de $\sqrt{3}$ à 1 avec la tension d'éclairage ;

2° Pour faciliter l'emploi d'un même moteur aux diverses tensions par une simple modification du montage en série ou en parallèle, il convient d'adopter des tensions qui soient sensiblement dans le rapport de 2 à 1. En conséquence, la Commission propose d'adopter, pour la force motrice, les tensions 220, 245, 440 et 525 volts.

Dans l'éditorial de l'Elettrotecnica, il est rappelé que, en matière d'intérêt exclusivement national, comme c'est le cas pour l'unification des tensions, le Comité électrotechnique italien fonctionne comme une simple commission de l'Association électrotechnique italienne et que, pour devenir définitives, ses délibérations doivent avoir été approuvées par cette dernière. Il engage d'ailleurs les membres intéressés à la question à faire abstraction de leurs préférences personnelles, quelque légitimes qu'elles

Digitized by Google

soient, pour se rallier à ces propositions, qui constituent une première étape vers une simplification désirable.

c) *Enquête sur les sujets à proposer pour les recherches électrotechniques.* — Il y a quelques mois, l'Elettrotecnica envoyait aux membres les plus marquants de l'Associazione elettrotecnica italiana une circulaire leur demandant d'indiquer les sujets d'électrotechnique les plus intéressants sur lesquels pourraient porter les recherches des jeunes ingénieurs occupés dans les laboratoires. Douze réponses seulement sont parvenues. Les sujets proposés peuvent se classer en quatre groupes : 1° isolateurs et matériaux isolants en général ; 2° lignes (mise à la terre, protection, etc.) ; 3° appareils de mesure d'enregistrement, de régulation, etc. ; 4° électromécanique.

En outre, M. Clerici propose une étude objective de l'éclairage artificiel en vue de le rapprocher de l'éclairage naturel ou du moins de le rendre pleinement satisfaisant dans toutes ses applications; le professeur Lombardi suggère l'étude photométrique des lampes à gaz raréfié en relation avec la courbe de variation du courant relevée par la méthode stroboscopique et une application éventuel du photomètre à sélénium.

Pour les isolateurs, le sénateur Conti suggère les sujets suivants: capacité des divers types d'isolateurs industriels pour tensions de 40 000 à 80 000 volts ; effets de cette capacité sur le courant de charge. Pertes d'énergie dans les isolateurs. Efforts mécaniques développés par diverses causes dans les isolateurs de verre, en employant au besoin le polariscope.

Echauffement dû à l'hystérésis diélectrique dans les isolateurs de sortie des interrupteurs.

Variations de cet échauffement suivant les diamètres et suivant la composition de la matière pour une tension donnée par rapport à la terre.

Recherches des conditions à choisir pour l'essai des isolateurs au Laboratoire en vue de se rapprocher le plus possible des conditions de l'exploitation.

Un autre collègue suggère d'élucider définitivement si les défauts attribués au vieillissement ne doivent pas l'être, le plus souvent, au ciment. Il conseille de faire des essais mécaniques, électriques, thermiques sur les isolateurs neufs ou prélevés sur des lignes en exploitation. Les essais thermiques devraient comporter au moins

Digitized by Google

100 cycles chacun d'une durée de 20 ou 30 minutes. Il y aurait lieu de vérifier si ces essais thermiques modifient la résistance mécanique et la rigidité et si les isolateurs perforés électriquement ont conservé leur résistance mécanique.

Il serait intéressant de soumettre les isolateurs simultanément à la traction mécanique, à la tension électrique et aux variations thermiques.

Les Américains font grand usage de l'essai à haute fréquence qui décèle des défauts non révélés à fréquence normale. La fabrique Rosenthal de Selb (Bavière) soumet les isolateurs à la brusque décharge de condensateurs. Il faudrait, en outre, rechercher l'influence des formes adoptées sur la distribution du potentiel dans une chaîne et comment se comportent ces diverses formes à fréquence normale, à haute fréquence et sous la décharge à front raide ; enfin, de pratiquer des essais méthodiques sur le système d'étouffeurs de décharges que lance l'Ohio Brass.

M. Cangia recommande l'étude rationnelle et méthodique des types les plus convenables d'isolateurs à basse tension, au point de vue des supports et du fixage.

M. Ferrerio, au nom de M. Motta, suggère l'étude des huiles : influence de la température, de l'effort électrique, des deux causes simultanées.

Sur la question de la mise à la terre des lignes, M. Conti propose de déterminer les courbes du gradient de potentiel dans les divers types de terrains, d'étudier les divers types de prise de terre pour les divers types de terrains et suivant l'intensité du courant qui doit traverser la prise.

Un autre collègue signale qu'une économie sensible pourrait être réalisée, après étude, sur les brocs de fondation des poteaux, lesquels sont généralement établis avec une excessive prudence. Il y aurait lieu aussi de rechercher méthodiquement comment les divers terrains résistent au renversement des paliers.

M. Chavez recommande d'étudier la protection des lignes contre les décharges et autres perturbations et la mise à la terre soit des déchargeurs, soit des installations. Il lui paraît résulter de ses expériences personnelles que c'est une illusion de vouloir employer la terre comme armature d'un condensateur capable d'absorber de grandes quantités d'électricité sous tension ou fréquence élevée. Il croit préférable de réaliser les terres non par des résistances métalliques, mais par des déchargeurs comportant de l'impédance

Digitized by Google

et de la capacité. Une série de recherches serait à entreprendre sur ce point.

En ce qui concerne les appareils de mesure, M. Conti conseille d'étudier les causes d'erreur dans les wattmètres enregistreurs. Un autre collègue attire l'attention des étudiants sur les relais sélecteurs en soulignant leur importance dans les installations électriques.

Sur l'électromécanique générale, M. Conti propose : la détermination de l'induction maxima admissible dans le fer des transformateurs pour un cycle donné d'hystérésis, pour réduire dans une proportion donnée l'amplitude de la troisième harmonique de magnétisation ; la séparation expérimentale des pertes dans le fer en pertes par hystérésis et par courants de Foucault, avec diverses formes de courbe de différence de potentiel appliquée ; la vérification des formules donnant les pertes par courants parasites dans le cuivre lorsque la courbe de courant n'est pas sinusoïdale ; l'étude de la dispersion du flux dans les transformateurs sandwichés et la vérification expérimentale des formules habituellement employées; l'étude des efforts électrodynamiques exercés sur les enroulements.

Un autre collègue demande une étude à la fois théorique et expérimentale sur les régulateurs d'induction dont l'emploi est appelé à se répandre dans les installations où on pratique la marche en parallèle; et une étude sur les transformateurs à trois enroulements, montrant comment réagissent entre elles et sur le circuit primaire les charges ohmiques, inductive et de capacité des enroulements.

Enfin, M. le professeur Lombardi a proposé la liste suivante des questions d'électromécanique qui lui paraissent devoir être utilement reprises :

Marche en parallèle des alternateurs à excitation réduite.

Action des transformateurs de courant et de tension sur les relevés oscillographiques.

Transmission d'énergie sans onde de retour (Boucherot, *R. G. E.*, 18 novembre 1922).

Courants transitoires dans les transformateurs au moment de la fermeture.

Freinage des moteurs à répulsion.

Récupération avec les moteurs monophasés modernes à commutation.

Digitized by Google

Génératrices asynchrones alimentant des moteurs synchrones et des commutatrices et munies d'appareils de compensation.

Phénomènes d'instabilité dans l'interconnexion de transformateurs triphasés (*Proceedings A.I.E.E.*, décembre 1917).

Moteur monophasé à induction équivalent à une paire de moteurs polyphasés en opposition (*Proceedings A.I.E.E.*, avril 1918).

Moteurs asynchrones tournant au-dessus du synchronisme (*Proceedings A.I.E.E.*, mai 1916).

Phénomènes de polarisation des diélectriques hétérogènes suivant la théorie de Maxwell.

Recherches oscillographiques sur la commutation avec références à la théorie de Lacour.

Oscillations pendulaires dans les machines à courant alternatif en parallèle et moyens de les prévenir.

II° SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — a) *Production et utilisation. — Sur la stabilité dans les machines synchrones*, par Ordone, 1 100 mots, 3 figures, 20 formules. — L'auteur discute les conditions de stabilité maximum d'une telle machine d'après le diagramme reliant le courant à la tension pour une puissance donnée.

b) CANALISATIONS. — *De l'emploi des méthodes classiques dans le calcul des lignes*, par Revessi, 2 200 mots. — A propos de l'article où Grossi préconisait, dans l'*Elettrotecnica* de janvier 1925, p. 14, l'emploi de la méthode classique à fonctions hyperboliques et à nombres complexes, l'auteur rappelle les expressions de la tension et du courant en divers points d'une ligne de transport ou de distribution et il reconnaît qu'elles sont relativement simples : mais il remarque que, en réalité, le problème technique est trop complexe pour être mis exactement en équation. Il comporte plusieurs solutions présentant chacune des avantages et des inconvénients et parmi lesquelles l'art personnel d'un ingénieur consiste à faire un choix. Il en résulte une supériorité pour les méthodes graphiques, car elles permettent de « voir » en quelque sorte le fonctionnement d'une ligne dans son ensemble et aussi de se rendre compte du sens et de l'importance relative d'une erreur commise. Les méthodes analytiques doivent être conservées, mais seulement comme contrôle.

c) TÉLÉPHONE. — *Quelques règles pour l'évaluation et l'exploitation d'un réseau téléphonique* (*suite et fin*), par Ajani, 2 500 mots,

Digitized by Google

6 figures, 3 tableaux. — Dans cette seconde partie de l'article, l'auteur expose, d'après des exemples anglais et américains, comment s'établissent rationnellement les prévisions de développement d'un réseau automatique.

Il étudie ensuite le problème posé par les réseaux interurbains et notamment par ceux à longue distance : il rappelle les décisions prises l'an dernier à Paris par la seconde Conférence internationale. La méthode du Post-Office consiste à diviser les réseaux interurbains en neuf zones dont les centres, dits interurbains de zone, sont réunis à une ligne interrégionale présentant le moins d'atténuation possible. Les abonnés sont reliés à cette dernière par l'intermédiaire, d'abord du centre urbain, puis du centre interurbain de zone par une ligne dont l'atténuation totale est limitée à b=1,3. En Amérique et en Allemagne, on tend à développer le système automatique dans les petits centres comptant 30 abonnés au moins.

L'ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin de mars 1925)

I. DIVERS. — a) *Rapport sur le dernier exercice des Institutions de Contrôle de l'Association.* — Nous y relevons les renseignements suivants :

L'Association a fondé un service d'inspection des installations à courant fort qui a pris son cours normal en 1924. Comme on pouvait s'y attendre, ce Service se révèle comme particulièrement nécessaire aux petites entreprises. Il a examiné, en 1924, 126 projets d'installations.

Il fonctionne aussi comme organe fédéral de contrôle et, à ce titre, il a procédé à 1 360 inspections. Il a été informé de 60 accidents ayant atteint 61 personnes dont 26 ont trouvé la mort. Un rapport détaillé a été publié sur ces accidents.

La station d'essais des matériaux a eu à essayer 334 isolateurs de lignes dont un certain nombre pour des clients étrangers.

Le nombre d'essais d'huile a augmenté par rapport à l'année précédente comme suite sans doute aux décisions prises par la Commission des normes au sujet des méthodes d'essai. Cette commission a fait exécuter une série de travaux pour déterminer les propriétés des huiles de transformateurs et de disjoncteurs et a complété son outillage de manière à pouvoir appliquer elle-même toutes les méthodes qu'imposeront les futures normes.

Digitized by Google

Un certain nombre de coupe-circuits soumis aux essais ont été reconnus comme étant de nature à augmenter le danger des installations, et il y a tendance à remplacer les fusibles par de petits interrupteurs automatiques à maximum. Le nombre des chauffe-eau augmente rapidement; à signaler, parmi les installations de chauffage électrique, un chauffage par le plancher. Une augmentation est aussi à noter dans les essais de petits moteurs pour ventilateurs, moulins à café, machines à calculer, etc. Le nombre des lampes à incandescence ordinaires essayées a passé de 3 958 à 10 526 ; celui des lampes à atmosphère gazeuse, dont cependant l'emploi se développe, a au contraire baissé de 175 à 97. Quelques lampes essayées étaient régénérées et il a été constaté qu'elles valaient les neuves. L'atelier joint à la Station d'essais a construit un appareil de mesure de courants continus jusqu'à 2 000 ampères et un commutateur automatique à 12 pôles pour l'enregistrement continu des lectures faites aux bornes d'éléments thermoélectriques.

La station d'étalonnement de compteurs et transformateurs de mesure, qui constitue un troisième service de l'Association, enregistre un déficit dû à l'insuffisance des commandes, surtout pendant le premier semestre. Cette situation est aggravée par l'irrégularité dans l'arrivage des appareils (237 en mai contre 627 en octobre). La moitié des 4 000 compteurs envoyés avaient besoin de revision et de réparation. L'Association demande qu'on lui envoie plus souvent des compteurs neufs et surtout des séries complètes de compteurs. Les prix des compteurs sont retombés, en Suisse, presque au niveau d'avant-guerre, en sorte que les taux du tarif paraissent élevés tout en atteignant à peine le prix de revient de l'Association.

Une augmentation est constatée dans le nombre de wattmètres enregistreurs; ces appareils étant généralement placés chez de gros abonnés, il est permis de voir dans l'augmentation signalée une amélioration de la situation économique générale. A la Station d'étalonnement est joint un atelier de réparations d'appareils de mesure. Une diminution est constatée dans le contrôle sur place des instruments de mesure. Les appareils de la station d'étalonnement sont maintenant disposés de manière à mesurer, sans avoir à remplacer de shunts ni de résistances additionnelles, des courants variant de quelques milliampères à 2 000 ampères et des tensions de 45 millivolts à 1 500 volts. Deux transformateurs de

Digitized by Google

tension légers et facilement transportables servent aux mesures faites à l'extérieur.

Il est assez pénible de constater qu'en Suisse, comme en France, les laboratoires d'essais industriels ont beaucoup de peine à vivre. Les stations d'essai des matériaux et d'étalonnement ont présenté un déficit respectif de 22 700 fr et de 3 000 fr. Seule la branche Inspection a eu un excédent de recettes de 5 800 fr.

b) Rapport sur les accidents survenus dans les installations à courant fort en Suisse en 1924, 5 300 mots, 4 tableaux. — Le rapport énumère et classe les accidents suivant les professions, suivant la partie de l'installation où l'accident s'est produit et suivant les tensions employées ; il établit une comparaison avec l'année précédente et donne des détails sur quelques accidents particuliers.

II° SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — a) *Sur la détermination des pertes des condensateurs aux fréquences industrielles,* par Joye, professeur, et Berther, assistant de l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg, 6 000 mots, 6 courbes, 1 figure, 7 tableaux. — La méthode, basée sur la résonance d'un transformateur avec la capacité étudiée consiste à lire, au moment de la résonance, la valeur du courant qui traverse le condensateur et celles de la tension et du courant primaire. Une formule simple donne immédiatement la perte du condensateur. L'étude a porté sur un transformateur à grande dispersion et sur un transformateur à circuit magnétique fermé. L'énergie dissipée dans le transformateur est représentée par une courbe. Les auteurs ont ensuite cherché à contrôler cette première méthode par une méthode wattmétrique directe.

SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin de mars 1925)

I. DIVERS. — Statuts du Comité électrotechnique belge.

II. SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — a) *Utilisation. Le transformateur-convertisseur de courant alternatif en courant continu* (*transverter*) *Highfield-Coverley,* par M. .Massart, 2 400 mots, 4 figures.

L'auteur expose que l'appareil consiste en une machine Gramme dont l'induit, fixe, peut être fortement isolé et dont le flux inducteur, produit dans un enroulement fixe par un courant triphasé, tourne synchroniquement avec les balais. Il décrit la première

Digitized by Google

réalisation, qui conduisait à une armature de 6 à 9 mètres de longueur pour une puissance de 1 000 kw; puis la machine expérimentale de 250 kw, transformant le courant triphasé à 2.000 volts, 50 p:s en courant continu de 2,5 ampères à 100 000 volts ; il reproduit des vues de l'appareil exposé à Wembley, d'une puissance de 2 000 kw et transformant du courant triphasé à 65 000 volts, 50 p:s en courant continu de 20 ampères sous 100 000 volts. Les balais tournent à 1 000 t:mn.

Le transverter étant réversible permet l'échange d'énergie entre deux systèmes alternatifs fonctionnant à des fréquences différentes, par l'accouplement du côté continu de deux appareils construits pour les périodicités envisagées. Grâce à l'adjonction envisagée d'un second enroulement ayant un nombre de tours et de sections de fil et un isolement convenables, le transverter, alimenté en courant continu sous une tension donnée, peut fournir du courant continu sous une tension différente.

b) *Appareillage ; méthodes de mesure. — Deuxièmes notes sur les huiles pour transformateurs*, par M. Matthis. (Suite aux *Bulletins* de décembre 1924, janvier et février 1925), 5 000 mots, 3 figures, 9 tableaux. — L'auteur, en traitant de la déshydratation et de la purification des huiles, rappelle les anciens procédés par réaction chimique ou par échauffement et il indique leurs inconvénients ; puis il décrit les procédés du filtre presse à papier et du séchage soit à l'étuve à vide soit au four et enfin les appareils centrifuges tels que l'Alfa-Laval. Il note que ce dernier procédé peut être appliqué sur place grâce à des appareils roulants et d'une manière continue, sans obliger à vider complètement la cuve d'un transformateur. Ce procédé débarrasse l'huile des filaments microscopiques de cellulose dont la présence abaisse considérablement la rigidité diélectrique.

Il termine en indiquant les précautions à prendre pour les essais, dimensions et écartement des sphères de l'éclateur, nettoyage de leur surface, etc.

Il traite ensuite des densités limites à rechercher pour les huiles de transformateurs, donne le tableau des corrections de température pour les diverses densités et celui de l'équivalence des degrés Baumé avec les densités décimales.

Il rappelle les méthodes et les appareils utilisés dans les divers pays pour la mesure de la viscosité et il donne des tables de leur correspondance.

Digitized by Google

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIETE [1]

Production et utilisation mécanique de l'électricité.

La sollicitation mécanique des roues polaires tournant à grande vitesse (turbo-générateurs), par Ch.-A. Werner. Traduit de l'allemand par David Schepse, ingénieur diplômé de l'Université de Lausanne. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de VI-118 pages, avec 47 figures. — Paris, Dunod, 1924. (Don de l'éditeur)

Eclairage.

Vision et reproduction des formes et des couleurs, par H. Bouasse, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de XXXV-561 pages, avec 267 figures et 7 planches hors texte en noir et en couleurs. (« Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien »). — Paris, Librairie Delagrave, sans date. (Don de l'éditeur).

Deux nouvelles lampes à vapeur de mercure. Comparaison de leur rayonnement à celui des brûleurs classiques, par M. Henri George. Une brochure 24 cm×15 cm, de 15 pages, avec 7 figures et 1 planche hors texte. (Extrait de la « *Revue d'Optique théorique et instrumentale* »). — Paris, Imprimerie Berger-Levrault, 1925. (Don de l'auteur).

Svetovaia Technica (en russe) : **La technique de la lumière. Éléments fondamentaux de l'application de l'énergie électrique**, pae Michel-E. Zelentsoff, ingénieur électricien, Lecteur à l'Institut électrotechnique de Léningrad, professeur des Cours supérieurs pédagogiques à Léningrad. Un vol. broché 26 cm×17,5 cm, de XVI-432 pages, avec 179 figures. — Couboutch, éditeur, Léningrad, 1925. (Don de l'auteur).

Chimie et Electrochimie.

The electrolytic separation of magnesium from magnesia, by Ichitaro Namari. Un vol. broché 26 cm × 18 cm, de 159 pages, avec 28 figures et 11 diagrammes hors texte. — Sakai (Japon), 1924). (Don de l'auteur).

Traction électrique.

Chemins de fer électriques, par André Bachellery, ingénieur au Corps des Mines, ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie des chemins de fer du Midi. Un vol. broché 23 cm×15 cm, de VII-445 pages, avec 224 figures. (« Grandes Encyclopédies industrielles J.-B. Baillière : Encyclopédie d'Electricité industrielle »). — Paris, Librairie J.-B. Baillière et Fils, 1925. (Don de l'auteur et de l'éditeur).

Télégraphie et Téléphonie

Télégraphie multiple. Le système de télégraphie Baudot et ses applications, par P. Mercy, inspecteur des Télégraphes. — Troisième édition, revue, corrigée et augmentée. Un vol. broché 21 cm×14 cm, de II-586 pages, avec 236 figures. — Paris, Dunod, 1924. (Don de l'éditeur).

---

(1) Ces ouvrages peuvent être consultés à la Bibliothèque, 14, rue de Staël, de 14 à 17 heures, tous les jours, sauf le dimanche.

Digitized by Google

Instruction pratique sur la Téléphonie et la Signalisation dans l'Infanterie, l'Artillerie, la Cavalerie, à l'usage des gradés, des maîtres-spécialistes, élèves maîtres-spécialistes, téléphonistes et signaleurs, mécaniciens-électriciens (chargés de l'entretien du matériel), par le lieutenant d'artillerie R. BURLET. Un vol. broché 24 cm×15 cm, de VI-236 pages, avec 121 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

Notes sur l'application du calcul des probabilités de l'exploitation téléphonique, par le Dr M. MERKER. Une brochure 27 cm×22 cm, de 8 pages. — Paris, Revue générale de l'Electricité, 1925. (Don de la Société « Le Matériel Téléphonique »).

APPAREILS ET MÉTHODES DE MESURE.

The National Physical Laboratory. Report for the year 1924. — Un vol. broché 26,5 cm×20,5 cm, de 231 pages, avec 54 figures dans le texte et hors texte. — (London, published by His Majesty's Stationery Office for the Department of scientific and Industrial Research, 1925). (Acquis par échange).

RECHERCHES PHYSIQUES.

La relativité dégagée d'hypothèses métaphysiques, par H. VARCOLLIER. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de XIX-542 pages. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

MATHÉMATIQUES. MÉCANIQUE.

Notations et formules vectorielles, par A. LAFAY, professeur de physique à l'Ecole polytechnique. Une brochure 23 cm×14 cm, de 35 pages, avec 9 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'éditeur).

ENSEIGNEMENT.

Leçons d'Électricité, professés à l'Institut Electrotechnique Montefiore annexé à l'Université de Liège, par Eric GÉRARD. — *Tome premier :* Lois fondamentales de l'Electricité et du Magnétisme. Mesures électriques et magnétiques. — *Neuvième édition,* revue et mise à jour, par Léon BOUTHILLON, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, répétiteur à l'Ecole polytechnique. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de X-509 pages, avec 205 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de l'auteur).

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS

Télégraphie et Téléphonie.

Traité de Télégraphie sans Fil, par L. Robert, avec la collaboration et une préface de L. Barbillion. 2 vol. brochés 25 cm×17 cm, de 237 et 349 pages, avec 198 et 289 fig. (Bibliothèque de l'Ingénieur électricien). — Paris, Albin Michel, éditeur, 1924.

L'ensemble de ces deux volumes constitue certainement un des ouvrages les plus complets parus sur la question. L'auteur a su puiser ses renseignements à bonne source, quelques-uns même étant complètement inédits.

L'ingénieur électricien qui voudrait se spécialiser dans la radiotélégraphie tirera certainement un grand profit de la lecture de l'ouvrage de M. Robert qui est bien à sa place dans la bibliothèque de l'élève ingénieur qui paraît sous la direction de M. Barbillion.

Technologie

De la consistance des vernis et autres fluides au point de vue de leur application industrielle, par A.-R. Mathis. Un vol. 14 cm × 22 cm, de 78 pages. — Paris, Dunod, 1924. (Don de l'éditeur.)

L'auteur traitant les propriétés des vernis fait ressortir que l'étude de leur densité ne permet pas de tirer des conclusions exactes en ce qui concerne leurs possibilités d'utilisation, lesquelles dépendent essentiellement de leur consistance et de leur fluidité.

Ce n'est, dit-il, « qu'en employant les mêmes vernis et les mêmes dissolvants que les densités identiques donneront des consistances et des fluidités identiques ». Il rappelle le principe et décrit les différents viscosimètres utilisés dans l'industrie ainsi que les divers appareils connus pour la détermination de la fluidité des liquides

Il préconise de plus l'emploi d'un appareil de son invention qui présente l'avantage de pouvoir être employé par des agents d'un atelier sans le concours d'un personnel de laboratoire.

Dans le cours de l'ouvrage, M. Mathis fait connaître, sous forme de tableaux, les résultats obtenus à l'aide de son dispositif qui, à son avis, est appelé à rendre de précieux services aux fabricants de vernis ainsi qu'à l'industriel qui doit les utiliser.

Le paragraphe « notes diverses » traite du pouvoir couvrant des peintures et vernis, donne une formule simple permettant de transformer rapidement les densités décimales en densités Baumé, ainsi que les coefficients de correction à employer pour rapporter à une même température les densités obtenues à l'aide du densimètre.

Dans le dernier chapitre, qui intéresse la clarification des vernis, le clarificateur « de Laval » est succinctement décrit et schématiquement représenté.

Congrès.

Conférence internationale des grands Réseaux électriques. Session de 1923. Construction et exploitation des grands réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension. Un volume 24 cm×16 cm, de 1 200 pages, 400 figures. — Paris, Secrétariat de la Conférence, 25, boulevard Malesherbes, 1925. (Don du Secrétariat).

Les électriciens du monde entier connaissent maintenant la Conférence internationale des grands Réseaux électrique qui a pour objet l'étude des questions se rattachant à la construction et à l'exploitation des réseaux. Elle a tenu déjà deux sessions, en 1921 et en 1923. Le compte rendu des travaux de 1923 comprend le

Digitized by Google

texte complet de 50 rapports présentés et des discussions qui en ont suivi la lecture. On y trouvera les renseignements les plus précieux sur tout ce qui concerne la production et la distribution de l'énergie électrique, en particulier sur les isolateurs, les pylônes, les postes en plein air, les interrupteurs, les câbles à très haute tension, la mise du neutre à la terre, la protection contre les surtensions, l'exploitation des réseaux bouclés, etc... Ces rapports, dont l'étude systématique a été depuis la session reprise en différentes pays, en Italie par exemple, doivent être connus de tous les constructeurs et de tous les exploitants.

Enseignement.

Problèmes d'Électrotechnique avec solutions développées et applications numériques, par Ad. Curchod. Un vol. 25 cm×17 cm. — Paris, Alb. Blanchard, 1925. (Don de l'éditeur).

L'ouvrage de M. Curchod rendra service aux ingénieurs aussi bien qu'aux élèves des grandes écoles. Les problèmes traités sont des plus variés, les solutions sont clairement exposées. Les étudiants trouveront là un guide fort utile pour s'initier aux difficultés de l'électrotechnique et les ingénieurs des modèles pour les problèmes analogues que la pratique pourra leur poser. L'ouvrage de M. Curchod a sa place marquée dans toutes les bibliothèques d'écoles et des bureaux d'ingénieurs.

Notice biographique

Le grand Ampère, par Louis de Launay, membre de l'Institut. Un vol. 20 cm × 14 cm, de 274 pages (7 planches hors-texte). — Paris, Librairie académique Perrin et Cie, 1924.

Lors de la célébration du centenaire des lois de l'électrodynamique, il fut rendu à Ampère un hommage solennel qui nous apporta des aperçus partiels sur les faces multiples de son génie ; mais une telle figure attendait encore l'étude d'ensemble qui devait nous permettre d'en embrasser l'ampleur.

M. Louis de Launay, l'ingénieur au corps des Mines, qui s'est penché durant de longues années sur la face de la Terre pour lui arracher ses secrets les plus féconds, se complaît aujourd'hui à évoquer diverses périodes de notre histoire : il ne pouvait manquer d'être attiré par une intelligence qui présente avec la sienne plus d'une affinité.

Complétant une étude parue dans la « Revue des Deux Mondes », il vient donc de nous donner une œuvre qui possède, avec la vie intense d'un roman balzacien, tout l'attrait d'une histoire véridique. Il a été, en effet, assez heureux pour pouvoir dépouiller, à la bibliothèque de l'Institut, dans les papiers de Mme la marquise de Montebello et dans ceux du Docteur Lenormant, tout un lot de manuscrits : journal intime d'Ampère, correspondance avec ses amis. Et quels amis : Ballanche, trépané, affreux à voir, amoureux inavoué de Mme Récamier, et qui, le jour où il lui est présenté, la voyant incommodée par l'odeur de ses souliers neufs, va les enlever derrière la porte et rentre en chaussettes ; qui n'ose risquer un geste d'amour qu'à l'heure tardive où agonisant près de Juliette devenue aveugle, il pose, avec un respect tendre, un premier et dernier baiser sur sa main flétrie : Bredin, qui traversa toute sa vie des alternatives de foi ardente et de doutes incoercibles, croisant ces alternances avec celles d'Ampère, en sorte que l'un était toujours occupé à ramener l'autre jusqu'à ce que, apaisés enfin, ils abordèrent tous deux au port d'une foi sereine et définitive.

De quelques-uns de ces manuscrits d'Ampère, M. de Launay nous donne des reproductions : voici le début du journal de ses premières amours, et en voici la dernière page, où l'heure de la mort de sa jeune femme est soulignée de quatre gros traits écrasés par une main douloureuse : audessous, des fragments de psaumes, prière d'une âme terrassée qui cherche en Dieu la résignation et le relèvement.

Et comme sont brossés les milieux où vécut Ampère ! Lyon de la première enfance, puis Lyon révolutionnaire où le père du savant, magistrat trop scrupuleux paie de sa tête le crime « monstrueux » d'avoir fait supprimer légalement un perturbateur : Bourg, où Ampère, tout jeune marié, se fait envoyer comme professeur pour se libérer de la course au cachet ; l'Ecole Polytechnique, le Collège de France. Mais ce que nous retrouvons surtout dans ce livre, c'est le grand

Digitized by Google

homme lui-même, autodidacte intégral, passionné pour toutes les sciences, épris de toutes les femmes qui lui paraissaient pouvoir remplacer la première qu'il pleurait toujours, dépouillé par des mains indignes, auditeur admiratif des leçons de son propre fils qu'il tente en vain d'arracher au sillage décevant de Mme Récamier : père trop faible, attendri sur le malheur de sa fille qu'il a mariée à un alcoolique dément ; besogneux jusqu'à sa mort, poète, capable de prolonger pendant treize heures une improvisation éblouissante sur un sujet de science ou de philosophie, mais impuissant à rédiger un cours ; rivé à l'algèbre comme à une geôle et apportant à l'Institut, 15 jours après l'annonce de l'expérience d'Oersted, sa première communication sur les lois de l'électrodynamique ; réfutant en chimie les vieilles idées du phlogistique, proclamant la réalité de l'atome, tirant du mémoire confus d'un Italien la célèbre loi d'Ampère et d'Avogadro, écoutant Lavater, s'exerçant à la baguette divinatoire, reprenant cent fois une classification générale des connaissances humaines qu'il annonce toujours comme définitive, et qui fut le but constant de ses travaux ; emporté enfin, à soixante et un ans, par le travail et par les chagrins.

Ce livre passionnant fixera pour l'histoire les traits immortels de notre très grand Ampère et tous les électriciens doivent être profondément reconnaissants à M. de Launay de nous l'avoir donné.

Digitized by Google

IL Y A TRENTE ANS

SOMMAIRE

1° Assemblée générale annuelle du 3 avril 1895, p. 413.
2° Réunion du mercredi 3 avril 1895 :
a) Nouveaux voltmètres et ampèremètres apériodiques, par M. Arnoux, p. 413.
b) La traction électrique par accumulateurs, par Sarcia, p. 413.
c) Renouvellement du Bureau, p. 415.
3° Extraits du Bulletin :
a) Discussion sur la communication de M. Picou, p. 415.
b) Académie des Sciences, p. 415.
c) Société électrotechnique de Vienne, p. 416.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DU 3 AVRIL 1895

Présidence de M. Postel-Vinay

Le rapport de la Commission des Comptes fait ressortir, pour le Laboratoire central, un excédent de recettes de 3 177 francs sur un montant total de recettes de 23 460 francs.

M. Hillairet, secrétaire général signale dans son rapport que la nouvelle école d'applications ouverte le 3 décembre 1894, a reçu douze élèves, dont quatre au concours.

RÉUNION DU MERCREDI 3 AVRIL 1895

Présidence de M. Postel-Vinay.

a) M. R. Arnoux présente une communication sur ses *nouveaux voltmètres et ampèremètres apériodiques* à cadre galvanométrique mobile dans le champ magnétique d'un aimant permanent, permettant d'effectuer, avec une précision très supérieure à celle des appareils à fer doux mobile dans un solénoïde, des mesures variant dans le rapport de 1 à 3 000. L'auteur expose en détails leur constitution et les méthodes qu'il emploie pour les étalonner ainsi que leurs applications diverses.

b) M. Sarcia présente une communication sur la *traction électrique par accumulateurs* exploitée depuis le 1er juin 1892 par la Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine sur ses lignes de Saint-Denis-Madeleine, Saint-Denis-Opéra

Digitized by Google

et Saint-Denis-Neuilly. Depuis juin 1893, la moyenne mensuelle des parcours atteignait 80 000 kilomètres-voitures. Les rampes maxima étaient de 38 mm : m et les rayons minima de 20 m. Chaque essieu était attaqué par engrenage, le rapport des vitesses angulaires du moteur et de l'essieu étaient de 12. Les moteurs, type Manchester, à induit Gramme, à balais de charbon, étaient excités en série, donnant sous 200 volts, à 1 350 t : mn, une puissance de 10 kw avec un rendement de 75 pour cent entre les bornes du moteur et l'essieu. Les accumulateurs, Laurent-Cély, avaient été fournis par la Société pour le Travail électrique des Métaux. Ils étaient chargés par trois dynamos Desrozziers construites par la maison Breguet et complétées récemment par deux survolteurs, portant la tension finale de charge à 280 volts. Le rendement des batteries était de 85 pour cent en quantité et de 70 pour cent en énergie, le débit atteignant 5 ampères par kilogramme de plaque. Le débit moyen pour la ligne entière était de 35 ampères. Une batterie pouvait fournir sans recharge un parcours de 60 km sur rail Broca et de 120 km sur rail Vignole. Le poids de la batterie et de ses accessoires était de 3 000 kg par voiture, l'effort de traction était de 12 kg par tonne remorquée sur rail Broca et de 6 kg sur rail Vignole. La consommation de charbon par kilomètre-voiture était de 2,465 kg, et le prix de revient de la traction, comprenant seulement l'entretien et la manutention des accumulateurs, la force motrice, l'entretien des trucks et moteurs et le salaire du wattman étaient de 0,47 fr. Le conférencier compte arriver à un prix total de 0,34 fr se décomposant comme suit en francs :

Entretien et manutention des accumulateurs.....	0,10 fr.
Force motrice	0,13 fr.
Entretien des trucks et moteurs	0,03 fr.
Salaire du wattman	0,08 fr.
	0,34 fr.

La manutention pour l'échange des batteries exigeait en effet, au début, un transbordement sur wagonnets qui pouvait être facilement évité en aménageant les voies de garage. D'autre part, une économie sérieuse était attendue dans l'entretien des plaques, du fait que l'on allait adopter les augets inclinés pour retenir la matière active. Grâce à ce dispositif, le peroxyde de plomb ne tombait au fond des bacs qu'après un parcours de 14 000 kilomètres-voitures et les supports restaient intacts jusqu'à 100 000 kilo-

Digitized by Google

mètres-voitures. L'adoption des augets, en augmentant la conductibilité de la plaque, allait permettre en outre de réduire la batterie de 108 éléments de onze plaques à 56 éléments de neuf plaques d'où une diminution de poids de 1 300 kg. La suppression d'un train d'engrenages permettrait enfin, de réduire à 0,03 fr les frais d'entretien des trucks et moteurs.

c) *Renouvellement du Bureau.* — M. Sciama est élu président pour l'exercice 1896-1897. MM. Violet et Violle, vice-présidents. M. Hillairet est réélu comme secrétaire général ; MM. Boucherot et Janet sont élus secrétaires ; M. Potier, président entrant, a chargé M. Hospitalier, vice-président, de lire une lettre par laquelle il exprime ses regrets que son état de santé l'empêche de suivre les séances de la Société.

2° EXTRAITS DU BULLETIN

a) Discussion de la communication de M. Picou sur la transmission de force par moteurs alternatifs synchrones (*Bulletin* de février).

M. Blondel remarque que la substitution de droites aux cercles conduit à des résultats trop différents de l'épure exacte pour pouvoir être acceptée. La difficulté des échelles peut être surmontée par l'emploi d'un mode de représentation graphique comportant deux échelles différentes pour les forces électromotrices et pour les courants. Il signale quelques additions à apporter à l'historique donné par M. Picou. M. Picou réplique qu'il n'a pas eu l'intention de présenter une étude complète de la question mais seulement de montrer qu'elle pouvait être traitée par des procédés purement graphiques et, tout en reconnaissant que la simplification qu'il a apportée au diagramme de Blackesley conduit à sacrifier l'exactitude mathématique, il estime que l'on obtient ainsi des résultats suffisamment rapprochés.

b) Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Séance du 18 mars 1895. — M. Poincaré présente un *accumulateur à mercure et à iodure de sodium* dont les deux électrodes demeurent, après la charge, entièrement métalliques et dont le rendement en quantité et en énergie atteint près de 90 pour cent. La force électromotrice de l'élément est, en pleine charge, de 1,85 volts ; sa capacité est de 10 ampères-heures par kilogramme de matière active.

MM. Abraham et Lemoine présentent, pour la *mesure absolue des hauts potentiels un électromètre-balance* à disque plan et

Digitized by Google

anneau de garde, dont le fléau donne le milligramme. La distance des plateaux est déterminée au millième par un vernier ; la mesure des potentiels jusqu'à 40 000 volts est donc obtenue à 40 volts près. Un modèle simplifié, à balance de Roberval et qui ne nécessite pas de réglage permet la valeur absolue, à un centième près, de potentiels atteignant 100 000 volts.

M. P. Weiss présente son *galvanomètre astatique*, dérivé de celui de Thomson et dans lequel le système astatique est constitué de deux longues aiguilles verticales dont les pôles voisins sont en regard. L'astaticité est beaucoup plus facile à réaliser, puisqu'elle ne dépend pas de la grandeur du moment magnétique des aimants et la sensibilité est très supérieure à celle des galvanomètres à double aimant.

c) Société électrotechnique de Vienne. — Séance du 23 janvier 1895. — M. Déri décrit, sous le nom de *transformateur Ganz et Cie*, la commutatrice construite par cette Maison.

Séance du 13 février 1895. — M. Wietz fait une communication sur la *télégraphie sans fil*. Il rappelle les expériences faites, depuis 1885, 1° en utilisant l'induction électrostatique au moyen d'un condensateur à plateau dont l'une des armatures est chargée par une machine à influence, l'autre est reliée à la terre par un téléphone. Le bruit des décharges est perceptible dans le téléphone à assez grande distance, par exemple entre deux navires ou entre un ballon ou la terre. 2° En utilisant l'induction électrodynamique entre deux spirales de fils dont l'une communique avec une source de courants alternatifs, l'autre avec un téléphone. Des bobines de 183 mm de diamètre parcourues par un courant de 1 ampère permettent d'échanger des signaux à 5 km de distance. 3° En utilisant la terre ou l'eau comme conducteur : un bateau porte une batterie d'accumulateurs de 110 volts, dont les deux pôles sont reliés à des plaques de zinc plongeant dans l'eau. Un autre bateau recueille les courants, qui s'étendent fort loin en mer, au moyen de deux autres plaques de zinc reliées à un récepteur.

Une note de M. Janet rappelle à ce propos les essais de télégraphie sans fil tentés par d'Almeida pendant le Siège de Paris et il renvoie pour les détails à un article de Berthelot dans la *Nouvelle Revue* du 15 octobre 1885.

Le Gérant : J. Guyot.

IMP. HENNIOT, 90, RUE GERBERT, PARIS

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

SOMMAIRE

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS :

Réunion ordinaire mensuelle du mercredi 6 mai 1925, p. 418.

Admissions des membres titulaires, p. 418.

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS (1) :

Les méthodes de psychotechnique (M. BACQUEYRISSE), p. 421. — Nécessité d'un triple examen médical, physiologique, psychologique, en vue d'une sélection professionnelle scientifique (M. le Docteur FAILLIE), p. 441. — Les derniers progrès dans la fabrication des tubes à rayons X (M. PILON), p. 445.

INFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS :

1° Principales décisions du Bureau et du Comité en mai 1925, p. 458.

2° Dîner du Comité du 20 mai 1925, p. 458.

3° Visite au Laboratoire de la Société d'Etudes des Liaisons téléphoniques, le 22 avril 1925, p. 459.

4° Procès-verbal de l'Assemblée générale du 12 mai 1925, de la Société pour favoriser le Développement du Haut Enseignement de l'Electrotechnique en France, p. 460.

TRAVAUX DES SECTIONS :

Sommaire, p. 464 ; texte, p. 464-473.

ECHOS DES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES :

Sommaire, p. 474 ; texte, p. 474-486.

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ, p. 487.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS, p. 489.

IL Y A TRENTE ANS :

Sommaire, p. 493 ; texte, p. 493-496.

(1) La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, n responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*.

Digitized by Google

COMPTES RENDUS DES REUNIONS

REUNION ORDINAIRE MENSUELLE

du mercredi 6 mai 1925

Présidence de M. LEBAUPIN.

La séance est ouverte à 20 h 30.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné connaissance des demandes d'admission suivantes :

Berger (Emile-Jean), ingénieur du bureau G. Decombe, ingénieur-conseil, 27, rue Sala, à Lyon (Rhône). — Présenté par MM. Decombe et George.

Chareyron (Camille-Louis), professeur à l'Ecole centrale, chef du Laboratoire d'Electrotechnique et sous-directeur intérimaire, ingénieur conseil, 1, Chemin des Villas, à Sainte-Foy-lès-Lyon (Rhône). — Présenté par MM. Rigollot et Barbillion.

Chipart (Albert-Henri), directeur de l'Ecole nationale des Mines de Saint-Etienne, à Saint-Etienne (Loire). — Présenté par MM. Barbillion et Viel.

Crivelli (René-Gabriel), ingénieur au service de l'Etat de Victoria (Australie), 20, avenue Reille, à Paris (14e). — Présenté par MM. Blondel et Grosselin.

Gerondeau (Gaston-Ludovic-Marcel), ingénieur, avertisseurs Gentilhomme, à Toury (Eure-et-Loir). — Présenté par MM. Grosselin et Lemenand.

Hellé (Paul), administrateur-délégué de la Société lorraine d'Electricité, 59, rue de Lorraine, à Lunéville (Meurthe-et-Moselle). — Présenté par MM. Bizet et Grosselin.

Merloz (Edouard), Société alsacienne de Constructions mécaniques, ingénieur représentant, 13, rue Grolée, à Lyon (Rhône). — Présenté par MM. Barbillion et Maréchal.

Michel (Prosper-Eugène), chef du service commercial de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, 14, rue du Treuil, à Saint-Etienne (Loire). — Présenté par MM. Viel et Rémond.

Paillard (Gaston), ingénieur aux Etablissements Paul Gadot, 36, rue Voltaire, à Levallois-Perret (Seine). — Présenté par MM. Lebaupin et Chéneveau.

Regimbaud (Gustave-Francis), ingénieur à la Société « la Métallurgique électrique », 248, rue de Tolbiac, à Paris (13e). — Présenté par MM. P. Janet et C.-F. Guilbert.

Sartiaux (Albert-André), représentant d'usines, 48, rue de Dunkerque, à Paris (9e). — Présenté par MM. Zetter et Grosselin.

Saudemont de Saint-Quentin (Paul), ingénieur E. S. E., 31, rue de Maistre, à Paris (18e). — Présenté par MM. P. Janet et Grosselin.

Ces candidats sont élus membres de la Société française des Electriciens.

M. le Président remercie la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, la Compagnie des Lampes et la Compagnie du

Digitized by Google

Gaz de Paris, qui ont bien voulu participer par une généreuse subvention à la création de la section d'éclairage de l'Ecole supérieure d'Électricité. Il remercie les donateurs des ouvrages offerts en avril et dont la liste est donnée à la page 487 du présent *Bulletin*.

Il annonce que la semaine de discussions de 1925 se tiendra du 26 au 31 octobre et il donne lecture de la liste des questions inscrites à l'ordre du jour.

Cette liste a été reproduite à la page 376 du précédent *Bulletin*.

M. le Président donne la parole à M. BACQUEYRISSE qui expose les méthodes d'essais psychotechniques employées à la Société des Transports en commun de la Région parisienne pour l'examen et le classement des candidats machinistes. Cet examen est renouvelé toutes les fois qu'un machiniste a occasionné un accident ou en a été victime et après chaque maladie grave. Il est exécuté en outre périodiquement pour s'assurer de la conservation des qualités professionnelles. L'introduction de ces ingénieuses méthodes dues à M. Lahy, a permis à la Société d'éliminer les candidats incapables d'acquérir les aptitudes professionnelles nécessaires. Elle a pu réaliser ainsi jusqu'à 120 000 fr d'économies annuelles sur les frais d'apprentissage.

M. le docteur FAILLIE développe l'idée que, pour être scientifique et féconde, une méthode d'orientation professionnelle doit comporter trois examens d'importance égale : le premier médical, destiné à révéler les tares du sujet ; le deuxième, physiologique, permettant de connaître avec précision ses possibilités dynamiques ; le troisième, psychologique, qui portera surtout sur ses aptitudes mentales. On devra s'attacher à faire porter l'étude sur une seule aptitude à la fois, à l'exclusion des autres. Il cite comme exemple le fauteuil de Broca qui a permis de mettre en évidence, chez les aviateurs, le sens de l'accélération angulaire.

M. le docteur FAUCONNIER présente une série de projections montrant l'utilisation aux ateliers d'Eindhoven de méthodes psychotechniques en général très simples et qui donnent des résultats précieux, pour l'orientation professionnel des employés aussi bien que des ouvriers (1).

(1) La communication de M. le docteur Fauconnier figure in-extenso dans le *Bulletin* de mai de la Société belge des Electriciens.

Digitized by Google

M. le Président remercie MM. Bacqueyrisse, Faillie et Fauconnier des résultats si intéressants obtenus par les méthodes dont ils ont parlé et qui sont appelées à améliorer grandement les conditions du travail manuel.

Il donne ensuite la parole à M. PILON, qui expose les derniers progrès réalisés dans la fabrication des tubes à rayons X. Le conférencier fait défiler sur l'écran la série des tubes successivement construits depuis les premiers tubes à gaz jusqu'aux tubes Coolidge à émission ionique et refroidis par l'huile qui peuvent supporter des tensions de 200 000 volts et fournir des intensités de 100 milliampères. Il insiste en particulier sur les dispositifs adoptés pour assurer la protection du patient et de l'opérateur contre les radiations nocives.

M. le Président remercie le conférencier et le félicite avec ses collaborateurs d'avoir réalisé, depuis la guerre, des progrès qui ont replacé cette branche de l'industrie française au niveau de la concurrence étrangère.

Il donne la parole à M. LEGOUEZ qui fait l'historique de la Conférence internationale des grands Réseaux créée par l'Union des Syndicats de l'Electricité, montre son développement rapide et indique le programme de la réunion de juin 1925, tel qu'il a été annoncé dans notre *Bulletin* de février. Il termine en incitant les membres de la Société à prendre une part active aux travaux de la prochaine réunion.

M. le Président remercie M. Legouez et l'assure qu'il peut d'autant mieux compter sur le concours de la Société française des Electriciens que celle-ci poursuit, dans les Sections techniques de son Comité, l'étude de plusieurs des questions figurant au programme de la Conférence.

La séance est levée à 22 h 45.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS

LES MÉTHODES DE PSYCHOTECHNIQUE (1)
La sélection psychotechnique des machinistes

par M. BACQUEYRISSE,

Directeur général de l'Exploitation et des Services techniques de la Société des Transports en Commun de la Région parisienne.

Le conférencier indique les motifs qui ont conduit la Société des Transports en commun à instituer un service de sélection psychotechnique : frais de main-d'œuvre atteignant par an 300 millions de francs, soit 66 pour 100 du montant total de ses dépenses annuelles ; difficultés de conduite dans une ville comme Paris. Après avoir rappelé les divers antécédents en cette matière, il passe en revue les tests appliqués par sa Société, soit aux candidats machinistes, ce qui a permis, par l'élimination des candidats inaptes, de réaliser une économie annuelle de 120 000 francs sur les frais annuels d'apprentissage, soit périodiquement aux agents en fonction, soit à ceux qui ont été la cause ou la victime d'un accident.

Le sujet que je vais avoir l'honneur de traiter devant vous est un peu étranger au domaine des questions que les auditeurs de la Société française des Electriciens ont l'habitude de voir présenter et discuter.

La psychotechnique est, en effet, une science sinon nouvelle, du moins une application nouvelle de la psychologie à l'organisation de plus en plus rationnelle du travail humain. Elle paraît donc devoir être étudiée plutôt par un physiologiste ou un médecin que par un ingénieur, et je m'excuse auprès de MM. les docteurs Faillie et Fauconnier qui vont prendre la parole après moi, sur ce sujet, de m'être permis cette incursion dans leur domaine.

Mais, me trouvant à la tête d'un nombreux personnel, en qualité de directeur général de l'Exploitation et des Services techniques de la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, commandant à plus de 31 000 agents, et placé, par conséquent, à un poste d'observation particulièrement intéressant au point de vue de l'utilisation et du rendement de la main-d'œuvre, j'ai depuis longtemps été frappé par les faits suivants :

Alors que pour la livraison et la réception des matières premières, tout industriel, tout ingénieur, impose à ses fournisseurs

(1) Communication faite à la réunion mensuelle du mercredi 6 mai 1925.

Digitized by Google

des conditions précises et complexes, nécessitant souvent l'utilisation de laboratoires parfaitement outillés, dans la plupart des ateliers ou entreprises, on ne procède que très rarement à un examen des qualités physiques et psychiques des candidats à recruter pour les différents emplois ou métiers et, lorsqu'on procède à un examen médical, il consiste en une simple visite toute superficielle qui ne permet d'éliminer que les candidats ayant des tares par trop manifestes, telles que des hernies ; on ne peut cependant nier que le rendement de la main-d'œuvre est en rapport direct avec la qualité de cette main-d'œuvre.

Pour vous fixer sur l'importance que peut présenter une amélioration dans le rendement de la main-d'œuvre dans une exploitation comme celle de la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, je vous signalerai que, sur un total de dépenses d'exploitation de 450 millions de francs prévus pour l'année 1925, les dépenses de matières ne sont que de 50 millions de francs, soit 11 pour 100, les dépenses d'énergie et de carburant de 63 millions de francs, soit 14 pour 100, et les dépenses de salaires de 300 millions de francs, soit 66 pour 100. Encore faut-il considérer que les matières sont consommées en peu de temps (une année en moyenne : 50 millions de francs de matières en magasin pour 50 millions de francs de dépenses annuelles) alors que tout agent admis à la Société peut être considéré comme pouvant y rester jusqu'à sa retraite, laquelle n'est liquidée qu'après 25 ans de service.

Vous voyez, messieurs, l'intérêt qu'il y a pour un chef d'industrie à s'occuper de cette nature de questions. C'est la raison pour laquelle j'ai accepté ou eu l'honneur de rapporter la question des examens physiques et psychiques des machinistes au dernier Congrès de juin 1924 de l'Union internationale de Chemins de fer d'intérêt local, de Tramways et de Transports publics automobiles, question que le Comité de la Société française des Electriciens m'a demandé de traiter devant vous ce soir.

Le travail humain, jusqu'à ces derniers siècles, n'a eu d'autre organisation que celle résultant des transformations et des développements de l'outillage professionnel ; ce n'est que tout récemment que l'on fit appel à la physiologie et à la psychologie pour l'étude de l'organisation du travail.

On sait que vers 1700, Vauban fit une analyse de certains travaux par un véritable chronométrage des gestes utiles. Quelques

Digitized by Google

temps après, des physiologistes, suivant la voie ouverte par Lavoisier, établirent les lois de l'énergétique humaine qui déterminent le rapport entre un effort musculaire et l'énergie potentielle chimique fournie à l'organisme par les aliments.

En physiologie, Regnault, Reiset, Chauveau firent des expériences de calorimétrie et étudièrent le travail musculaire. Richet et Rubner ont précisé la relation entre la surface corporelle et la dépense énergétique ; Atwater et Benedict ont montré que l'on peut calculer rigoureusement la production énergétique de l'être vivant d'après l'énergie chimique apportée par les aliments.

Enfin, je vous signalerai l'étude de Mosso sur la fatigue professionnelle et celle de Marey sur le travail humain en vue d'une application aux perfectionnements des techniques professionnelles.

Déjà, de volumineuses monographies ont été écrites sur certaines professions, mais il faut bien reconnaître que, encore actuellement et dans la plus grande majorité des cas, le choix du personnel dans les entreprises est le plus souvent laissé au hasard. Quant au choix que les ouvriers font de leur profession, ils se décident généralement pour un métier sans grande réflexion, soit par imitation d'un membre de la famille, soit par l'appât d'un gros gain et sans avoir des aptitudes particulières pour ce métier.

Les statistiques ont montré qu'à peine 50 pour 100 des jeunes gens choisissent leur métier pour des motifs ou des goûts personnels et on a remarqué que ce sont ceux-là qui donnent le meilleur rendement.

La création d'offices d'orientation professionnelle ne date que de quelques années. Ces offices ont, comme vous le savez, pour principale mission de renseigner scientifiquement les jeunes gens sur leurs aptitudes pour différents métiers, afin qu'ils puissent choisir et exercer l'emploi de leur choix avec espoir de réussite.

La psychotechnique permettant d'établir une sélection parmi les candidats, cette sélection présente un intérêt primordial pour les sociétés de transports en commun, surtout en ce qui concerne les agents chargés de la conduite des tramways et des omnibus.

Dans une ville telle que Paris où l'encombrement de la voie publique et les difficultés de la circulation sont particulièrement grands, l'application des méthodes de sélection déjà connues et la recherche de nouvelles méthodes de sélection s'imposaient au premier chef et la Société des Transports en Commun de la Région

Digitized by Google

parisienne se devait d'entrer dans cette voie. Elle a donc fait procéder à des recherches et à des études en s'inspirant de ce qui avait pu être fait dans tous les autres réseaux.

Les premiers essais d'application de la psychotechnique au service des transports en commun ont été faits simultanément en 1913 à l'Université américaine d'Harvard et à Paris, à la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien. Pendant la guerre, les bons résultats obtenus pour la sélection des aviateurs ont donné un essor nouveau aux méthodes psychotechniques. A la même époque, la Compagnie générale parisienne de Tramways a sélectionné son personnel féminin, dans la mesure du possible, en recherchant certaines aptitudes psycho-motrices, et les Services de l'armée allemande étendant la sélection psychotechnique au recrutement de plus de 20 000 conducteurs d'automobiles ont reconnu que 20 pour 100 environ des candidats étaient à éliminer. Ces services ont constaté qu'à partir de 40 ans les aptitudes professionnelles diminuaient.

Certaines compagnies de tramways : d'Amsterdam, de Barcelone, de Bruxelles, de Milan, de Philadelphie, ainsi que les chemins de fer allemands ont, à notre connaissance, entrepris des recherches et organisé, d'une manière plus ou moins complète, la sélection psychotechnique de leurs machinistes. D'autres réseaux, ceux de Bucarest, d'Anvers, de Liège, de Prague se proposent également de réaliser à bref délai des organisations analogues.

Dès 1908, M. Lahy, chef des travaux de Psychologie à l'Ecole des hautes études, avait fait des recherches sur le travail des machinistes, il fit notamment des essais avec ceux de la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien. C'est à lui que la Société des Transports en Commun de la Région parisienne a confié la direction du laboratoire qu'elle vient de créer, en collaboration avec un de ses ingénieurs, M. Guyot. C'est à la collaboration de MM. Lahy et Guyot que la technique de sélection employée actuellement et que les tests que je vais vous décrire ont dû d'être mis au point.

Lorsque les tests ont été établis, on a cherché à comparer les résultats donnés par l'application de ces tests avec la valeur professionnelle des agents, cette valeur professionnelle étant déterminée d'après leur manière de conduire, appréciée par des agents très qualifiés du service de l'Exploitation.

Digitized by Google

Une première série d'essais fut faite sur 200 machinistes, dont 100 machinistes de tramways et 100 machinistes d'omnibus.

Les premiers essais psychotechniques furent effectués dans le laboratoire de Psychologie expérimentale, mis gracieusement à notre disposition par M. le docteur Toulouse. Le rapprochement des deux classements a donné une concordance de 84 pour 100 pour les machinistes de tramways et de 78 pour 100 pour les machinistes d'omnibus. Cette concordance est de l'ordre de l'exactitude des résultats que l'on constate dans les phénomènes biologiques et, au surplus, nous avons constaté souvent que la corrélation des appréciations fournies par plusieurs observateurs sur les mêmes candidats n'est pas meilleure et que les désaccords vont souvent jusqu'à 30 pour 100.

Devant ces résultats, la Société des Transports en Commun de la Région parisienne n'a pas hésité à faire l'application en grand des procédés psychotechniques et, depuis près d'un an, elle a fait déjà passer 1 800 agents à son laboratoire.

Pour le choix des tests à adopter, deux méthodes pouvaient être envisagées : l'une, dite synthétique qui consiste à placer le candidat dans des conditions psychologiques identiques à celles où il est placé sur une voiture et à noter la valeur de ses réactions professionnelles en fonction d'excitations bien définies ; ce système qui est employé dans certaines villes de l'étranger ne peut, à mon avis, s'appliquer à l'examen des candidats non encore initiés à la manœuvre des appareils de conduite d'une voiture.

L'autre méthode, dite analytique, étudie *séparément* les diverses fonctions psycho-motrices du travail du machiniste. Cette méthode est plus précise que la première et elle permet d'éliminer, *avant tout apprentissage,* les agents inaptes.

C'est cette dernière méthode qui a été adoptée sur notre réseau et je vais vous décrire un certain nombre de tests qui permettent de donner la valeur de diverses facultés motrices et mentales.

Test d'attention diffusée. — L'attention diffusée est l'aptitude qu'ont les individus, qui reçoivent des excitations variables par leur nature et leur intensité, à y répondre par des réactions déterminées, exactes et rapides. C'est une des fonctions les plus importantes et les plus caractéristiques du travail du machiniste qui se trouve constamment en présence d'excitations diverses (il est bon

Digitized by Google

de remarquer, en effet, que la plupart des accidents proviennent d'un manque d'attention).

Le sujet est placé dans une chambre obscure; tantôt on fait allumer devant lui des lampes de diverses couleurs dans un ordre et suivant un rythme déterminés, tantôt on fait allumer les mêmes lampes, mais en plus, on fait sonner des timbres différents; le sujet doit alors réagir différemment au moyen de manettes et de pédales selon les lampes qu'il voit et les sonneries qu'il entend. De plus, l'expérience est compliquée par une distraction visuelle consistant en une projection de scènes cinématographiques faites sur un écran autour duquel sont disposées les lampes que je viens de parler.

Je vais vous donner quelques vues relatives à ce test.

La première représente un candidat devant l'écran autour duquel sont disposées des lampes de couleurs différentes (3 rouges, 3 vertes, 3 blanches).

La seconde représente le candidat vu de face avec ses pédales et sa manette de commande.

La troisième représente l'opérateur avec son tableau de commande.

Après un certain temps d'apprentissage de ce test, temps que l'on note et qui sert d'élément d'appréciation, l'opérateur met en route la série des diverses excitations, toujours la même pour tous les sujets. Les excitations et les réactions sont enregistrées automatiquement sur un graphique, de façon à pouvoir analyser ultérieurement les différentes phases de l'expérience et déterminer le pourcentage d'erreurs commises.

Le graphique (fig. 1) ainsi enregistré a l'avantage de donner toutes garanties, aussi bien au sujet qu'à la Société, ce graphique restant dans le dossier constitué pour chaque agent avec tous les autres renseignements relevés au cours de l'examen psychotechnique et au cours de l'examen médical dont je vous parlerai tout à l'heure.

Il est facile de voir et de mesurer les retards entre les réactions et les excitations, le trembleur utilisé pour l'enregistrement donnant le 1/200 de seconde.

Test des réactions motrices. — Les réactions motrices sont mesurées à l'aide d'un chronographe d'Arsonval pour les temps de réaction auditive.

Digitized by Google

L'opérateur, en frappant avec un petit marteau spécial, produit

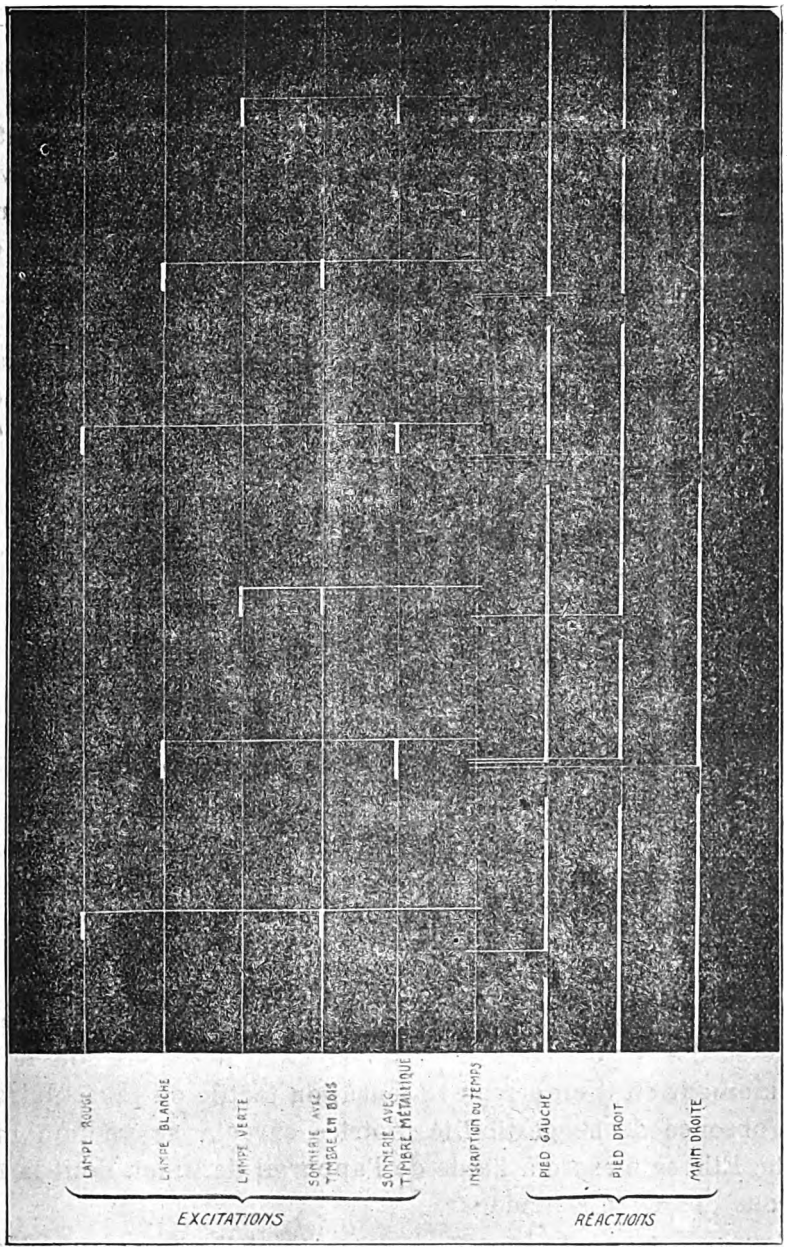


Fig. 1. — Graphique de tests d'attention diffusée.

un son en même temps qu'il rompt un circuit, la rupture du circuit déclanche l'aiguille du chronographe.

Le sujet, dès qu'il entend le son, doit appuyer sur une manette,

Digitized by Google

ce qui a pour effet d'arrêter l'aiguille. L'opérateur note ainsi au 1/100e de seconde le temps écoulé entre l'excitation et la réaction.

Pour le classement de ces temps de réactions, les résultats obtenus sont placés sur un graphique (fig. 2) et on détermine *la rapidité* qui est la moyenne arithmétique de la série des résultats ; *la régularité* qui est la moyenne des différences entre chaque valeur et la moyenne arithmétique ; *l'homogénéité* qui est déterminée par la demi-différence des première et dernière valeurs de la zone normale ne comprenant que les 2e et 3e quartiles.

Test de suggestibilité motrice. — La suggestibilité motrice est un défaut de l'indépendance musculaire, tel qu'un sujet ébau-

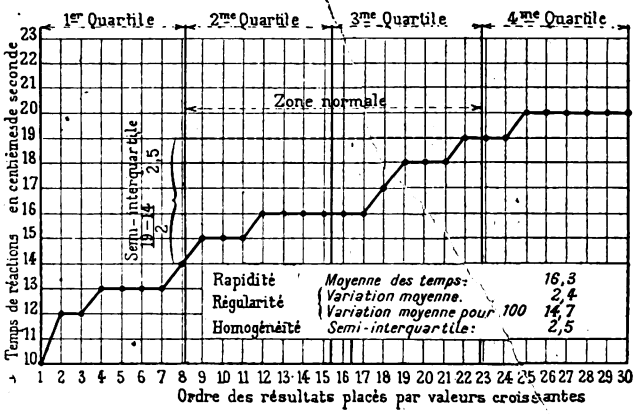


Fig. 2. — Graphique des temps de réaction auditive simple.

chant un mouvement n'a pas sur ses gestes un pouvoir de contrôle suffisant pour arrêter ce mouvement dès qu'il doit le faire, au moment où il en a reçu la sensation tactile ou musculaire.

L'absence de suggestibilité motrice caractérise un bon machiniste. Elle se mesure à l'aide de l'appareil de Binet, dont la figure 3 vous donne le schéma.

Cet appareil comporte deux roues, dont l'une, commandée par l'opérateur, entraîne l'autre, tenue par le sujet. Cette dernière ne peut, par réciprocité, entraîner celle de l'opérateur. Le sujet, les yeux bandés, doit suivre le mouvement qui lui est commandé par l'opérateur (fig. 4). L'enregistrement sur un cylindre permet de

Digitized by Google

comparer les différences en plus ou en moins des réactions par rapport aux excitations.

La figure 5 représente 3 graphiques différents :

1° Sujet non suggestible ;

2° Sujet suggestible qui automatise ;

3° Sujet suggestible qui retient.

Indépendamment des fonctions que je viens de vous indiquer

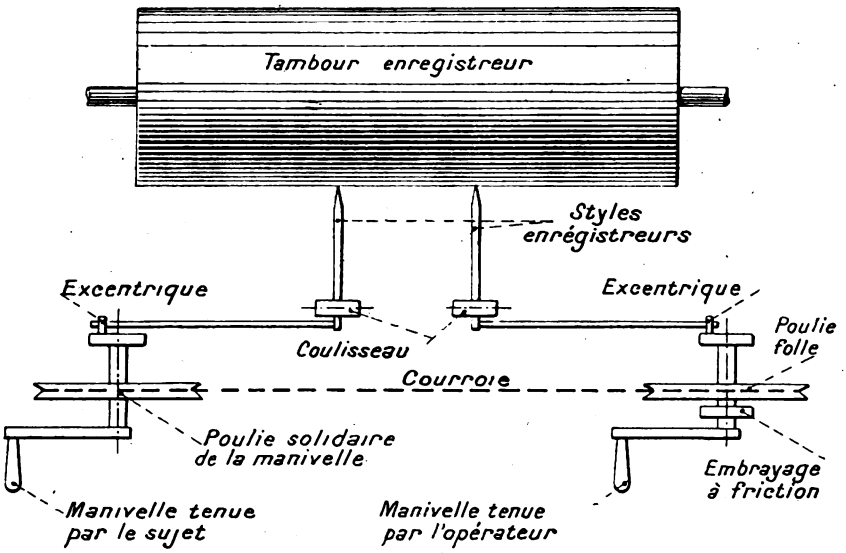


Fig. 3. — Appareil de Binet.

et qui sont primordiales, on examine encore d'autres fonctions importantes.

Test de force musculaire localisée. — Le test de fatigabilité motrice ou de force musculaire localisée indique la résistance aux efforts du travail, que l'on mesure au moyen du dynamographe de Henry (fig. 6).

Cet appareil se compose d'une poire en caoutchouc remplie de mercure, surmontée d'un tube en verre. Le sujet, en pressant la poire, fait monter le mercure dans le tube. Un flotteur soulevé par le mercure commande un stylet qui enregistre à chaque instant l'effort donné.

Les sujets qui donnent des graphiques de surfaces minima sont

Digitized by Google

les meilleurs. Ces surfaces mesurent non seulement l'effort musculaire proprement dit, mais encore l'effort de volonté.

TEST D'APPRÉCIATION DES VITESSES ET DES DISTANCES. — L'absence d'aptitude à apprécier les vitesses et les distances est la cause de nombreux accidents imputables aux machinistes.

Elle se mesure à l'aide d'un appareil appelé trachodomètre.

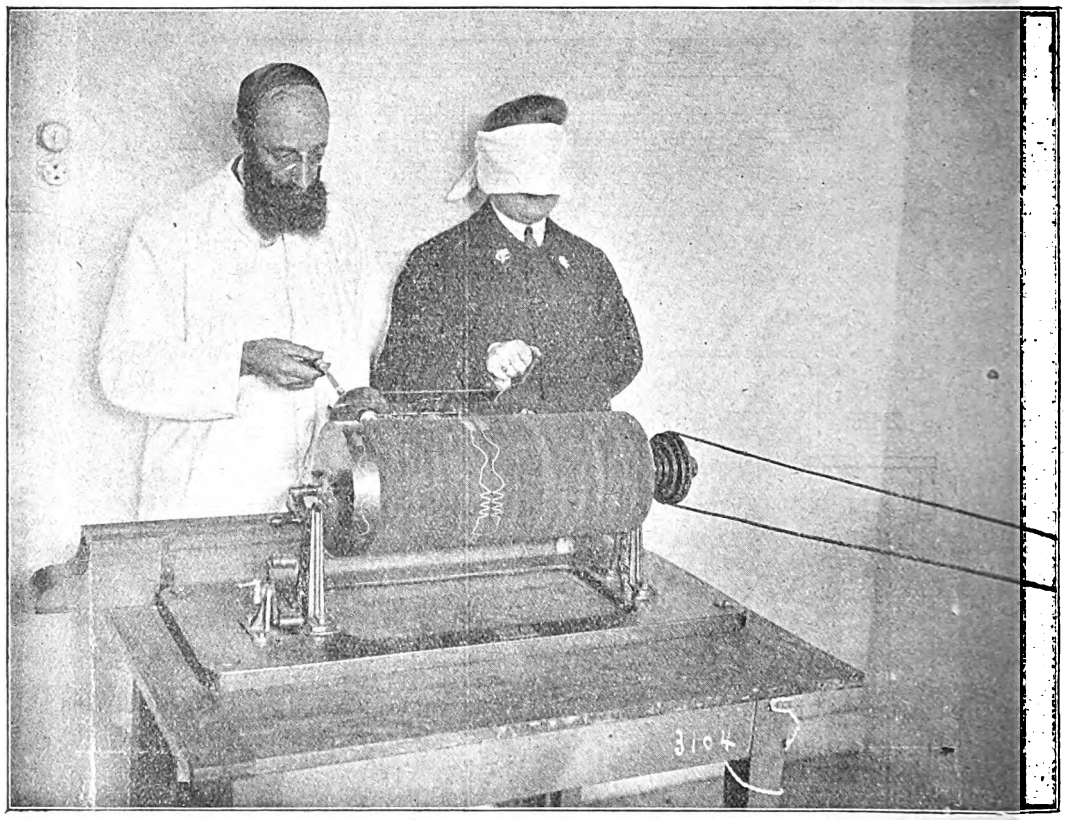


Fig. 4. — Utilisation de l'appareil de Binet pour l'établissement d'un test de suggestibilité motrice.

Cet appareil se compose d'une règle graduée de 4 mètres de long, derrière laquelle se meuvent de petits chariots animés de vitesses différentes. Ces chariots, cachés à la vue du sujet, sont surmontés de disques seuls visibles. Dès leur mise en mouvement, le sujet doit dire, le plus rapidement possible, le point de la règle où les disques se rencontreront. On tient compte à la fois de la

Digitized by Google

rapidité et de l'exactitude dans les deux cas, soit que les disques aillent à la rencontre l'un de l'autre, soit que l'un soit handicapé par rapport à l'autre et qu'ils se dirigent dans la même direction.

TEST DE RAPIDITÉ DE PERCEPTION DES IMAGES. — Mesuré à l'aide du tachystoscope (fig. 7), cet appareil fait apparaître pendant un temps très court sur un écran la projection d'une vue, soit d'objets simples, soit de mots que le sujet doit reconnaître ou lire.

TEST D'ÉMOTIVITÉ. — L'émotivité est étudiée par diverses méthodes dont la concordance des résultats permet d'établir un diagnos-

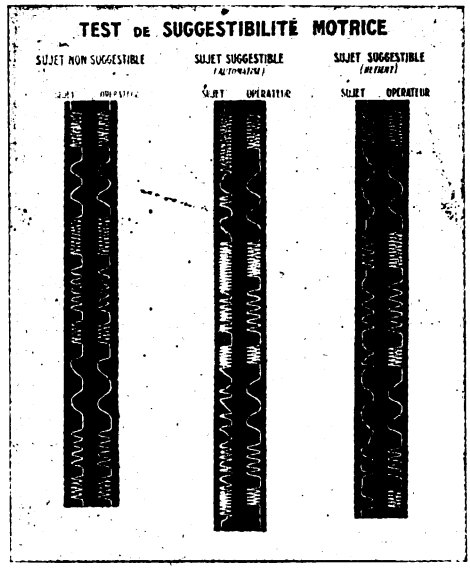


Fig. 5. — Graphique de tests de suggestibilité motrice pour trois sujets différents.

tic. L'une de ces méthodes est la mésure du réflexe dit galvano-psychique.

Le sujet ayant deux doigts de la même main en contact avec deux électrodes non polarisables, est placé dans un circuit de faible tension permettant de mesurer sa résistance au moyen d'un pont de Wheatstone avec galvanomètre dont la figure 8 donne le schéma.

Les résistances du pont sont réglées pour amener le spot au 0. On soumet ensuite le sujet à une émotion soudaine au moyen de

Digitized by Google

coups de klaxon très puissants, au cours du test d'attention diffusée. Sous l'émotion, la résistance électrique du sujet varie et la variation de résistance est notée par la déviation du galvanomètre. Les sujets très émotifs donnent une grande déviation. En

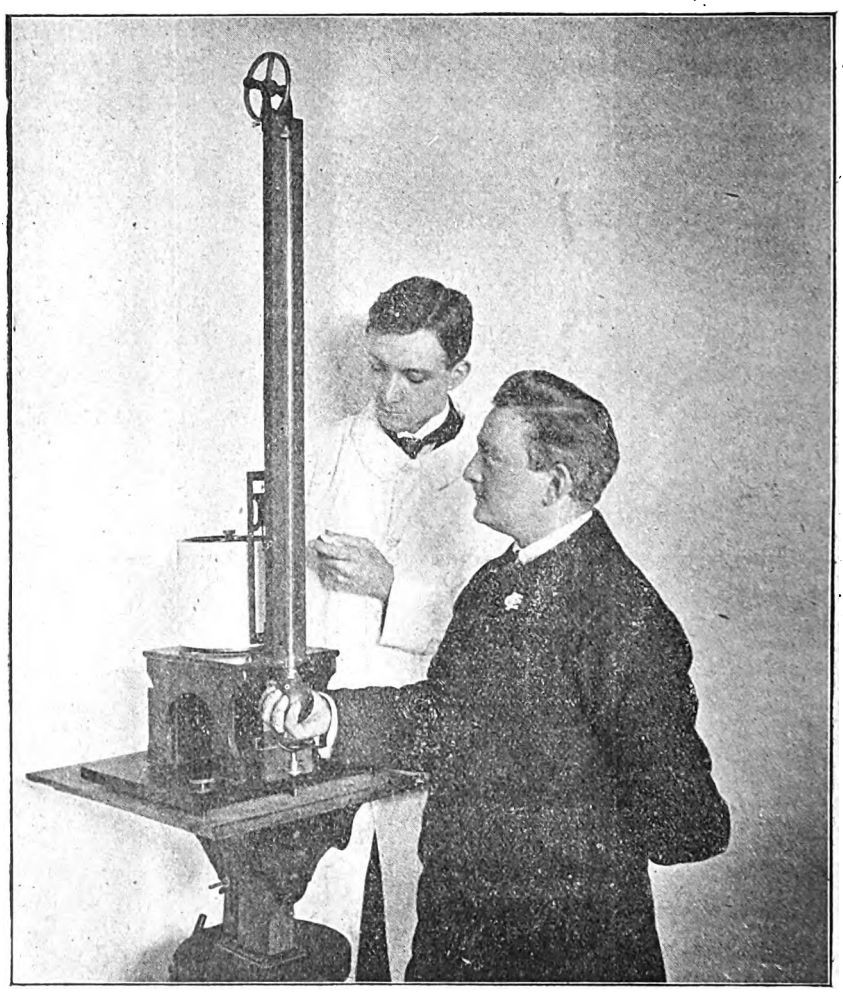


Fig. 6. — Dynamographe de Henry pour l'établissement du test de la force musculaire localisée.

outre, les sujets qui réagissent rapidement ne donnent lieu à aucune déviation au troisième ou quatrième coup de klaxon, alors que d'autres sujets, au contraire, donnent encore de grandes déviations après de nombreux coups de klaxon.

Digitized by Google

Ce test présente un grand intérêt car les sujets émotifs sont dangereux pour leur sécurité et celle des voyageurs.

La méthode des erreurs dans le test d'attention diffusée et l'examen de la plasticité fonctionnelle telle que le pratique M. Lahy nous fournit deux signes différents sur lesquels, — avec le réflexe psycho-galvanique — s'établit le diagnostic d'émotivité.

Les candidats sont encore examinés au point de vue de la mémoire et de l'intelligence logique.

Test de la mémoire. — Le test de la mémoire utilisé est celui des mots associés par série de deux. Les mots associés sont tan-

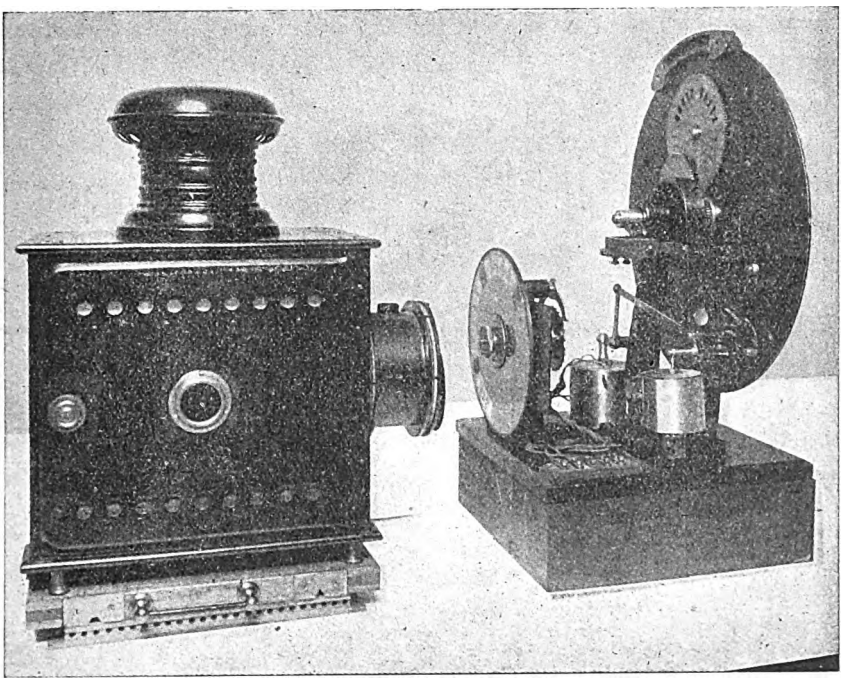


Fig. 7. — Tachytoscope.

tôt des contraires, tantôt des synonymes, tantôt des mots de même consonance, tantôt des mots qui ont des rapports de contiguïté ou de cause à effet.

Ils sont prononcés lentement et avec la même vitesse pour chaque sujet. Lorsque la liste complète a été annoncée, on indique au sujet le premier des deux mots de chaque série. Le sujet doit répéter le second mot correspondant ; on note les erreurs et les omissions.

Digitized by Google

TEST D'INTELLIGENCE LOGIQUE. — Le test d'intelligence logique utilise la méthode de classement d'objets disparates avec lesquels on doit arriver à reconstituer une figure géométrique déterminée.

Lorque les candidats ont été examinés au moyen de ces différents tests, il y a lieu de combiner les résultats en donnant à chaque test un coefficient déterminé, afin d'arriver à obtenir un classement des sujets se rapprochant, autant que possible, du classement professionnel que peuvent fournir de bons observateurs.

Pour cette combinaison, on admet, en principe, que chaque test, pris isolément, n'a pas de valeur suffisante par rapport au classement professionnel et l'on tient compte que dans l'organisme hu-

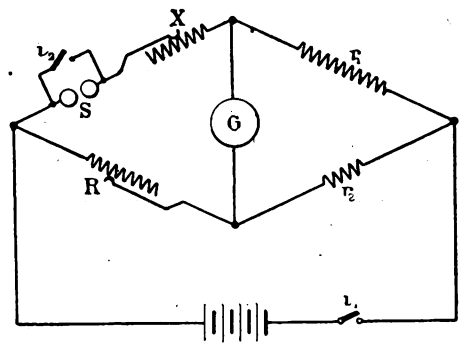


Fig. 8. — Pont de Wheatstone pour l'établissement du test d'émotivité.

main, il existe des fonctions de suppléance qui permettent à un sujet inférieur dans une fonction déterminée, de pallier à cette infériorité par une supériorité très affirmée dans une autre fonction.

Chaque sujet est donc classé d'abord pour chaque test d'après la valeur donnée par le résultat de son examen.

Pour effectuer ce premier classement, on a établi, pour chaque test, la courbe des valeurs données par les résultats des 1 000 premiers sujets examinés.

Il est alors facile, d'après les chiffres déterminés par le graphique enregistré au cours de l'examen d'un sujet, de classer ce dernier pour le test considéré.

Digitized by Google

La valeur générale du sujet est ensuite obtenue en tenant compte des rangs respectifs obtenus dans les différents tests.

Dès le début du fonctionnement du laboratoire, le groupement des résultats a été réalisé un peu empiriquement, mais, au fur et à mesure que le nombre d'agents ayant subi les épreuves psychotechniques augmentait et que les renseignements au point de vue professionnel, établis pour chaque agent, par le service des Ecoles des Machinistes, arrivaient au laboratoire, la manière d'interpréter les résultats fut modifiée et mieux mise au point et je vous ai dit tout à l'heure que 1 800 sujets avaient été examinés à ce jour.

Telle est la méthode employée à la Société des Transports en Commun de la Région parisienne pour l'examen des candidats machinistes, afin de sélectionner ces candidats et d'éliminer les inaptes.

Mais, indépendamment de la sélection des candidats machinistes, le laboratoire psychotechnique examine également les machinistes impliqués dans un accident grave ou relevant d'une maladie grave.

Au sujet des examens après accident, vous me permettrez de vous signaler un cas tout à fait intéressant : c'est celui d'un machiniste de tramway qui, ayant été victime d'un accident grave dont la responsabilité incombait à un tiers camionneur, le tramway avait été gravement détérioré, mais le machiniste non blessé; deux jours après, ce machiniste, remis en service puisque reconnu non responsable, occasionnait cette fois sous sa responsabilité entière un accident très grave avec un autre véhicule, au même endroit.

Cet agent, reconnu apte antérieurement, fut, à la suite de l'examen psychotechnique consécutif à l'accident, reconnu présentant des défauts psychiques marqués et l'examen que fit un médecin spécialiste des maladies mentales, décela que ledit agent était atteint de traumatisme cérébral consécutif au choc nerveux occasionné par le premier accident.

Ainsi donc, après avoir été victime d'un accident, un machiniste peut, sans aucune marque extérieure, être atteint de telle sorte que la conduite du véhicule peut être pour lui et pour les voyageurs qu'il transporte, très dangereuse.

Vous voyez ici la relation que l'on peut établir entre ce cas et ceux que je vous ai signalés au sujet du test d'émotivité.

Digitized by Google

Dans ce cas, la solution à adopter consiste à remettre le machiniste comme receveur pendant quelques mois jusqu'à ce que les troubles constatés aient complètement disparus.

L'examen que nous avons fait subir aux machinistes responsables d'accidents nous ont amenés à chercher les causes de ces accidents et à grouper les machinistes en plusieurs catégories :

1° Machinistes présentant une légère insuffisance psychotechnique ; certains occasionnent des accidents fréquents ; d'autres, au contraire, conduisent convenablement depuis très longtemps et finissent un jour par occasionner un accident quelquefois grave. (Exemple : nous avons examiné ces jours derniers un machiniste à la suite de l'accident suivant : ce machiniste avait devant sa voiture un taxi qui, malgré ses avertissements réitérés, persistait à rester sciemment sur la voie ; arrivé à un carrefour, le taxi s'efface rapidement, mais le machiniste qui n'avait l'attention portée que sur ce véhicule, brûle l'arrêt obligatoire et va tamponner un tramway traversant ce carrefour, occasionnant de graves dégâts et blessant de nombreux voyageurs). L'examen psychotechnique de ce machiniste a révélé une attention diffusée excessivement faible, permettant de supposer que cette défectuosité était la cause de l'accident. Ce machiniste, en service depuis 17 ans, n'avait occasionné, auparavant, que très peu d'accidents.

2° Machinistes présentant des troubles cardiaques ou psychiatriques qui, d'ailleurs, peuvent être récents. Ils sont signalés au service médical.

3° Machinistes qui sont reconnus très bien doués, mais qui ont trop confiance en eux et qui manquent de prudence ; certains de ceux-ci, après avoir été chapitrés et avoir repris la conscience de la responsabilités qu'ils encouraient, se sont maîtrisés et ont cessé d'occasionner des accidents.

4° Machinistes ayant eu, avant leur entrée à la Société, l'habitude de conduire des voitures plus légères et s'arrêtant beaucoup plus rapidement. Ils sont signalés au service des Ecoles qui les fait accompagner sur leur voiture afin de corriger leur manière de conduire.

5° Il reste enfin les machinistes médiocres ou mauvais au point de vue psychotechnique.

Il est à remarquer, du reste, que cette dernière catégorie de machinistes évitent peu d'accidents, contrairement à ceux qui,

Digitized by Google

bien doués, non seulement ne causent pas d'accidents, mais souvent évitent ceux pour lesquels ils ne seraient pas responables.

Enfin, Messieurs, tous les machinistes sont examinés périodiquement afin qu'on puisse se rendre compte s'ils possèdent toujour les qualités suffisantes pour exercer les emplois de sécurité qui leur sont confiés.

L'examen psychotechnique est précédé d'un examen médical et, pour vous fixer sur l'importance que peuvent présenter ces examens périodiques, je vous signalerai simplement quelques chiffres que j'ai relevé dans une revue médicale « La Clinique » dans son numéro de novembre 1922.

Cet article a trait aux centres de médecine préventive qui existent déjà en assez grand nombre aux Etats-Unis et dont le but consiste à surveiller et protéger méthodiquement la santé des individus au moyen d'examens médicaux périodiques complets qui leur permettent et de prolonger leur vie et d'augmenter leur rendement professionnel.

On précise dans cet article les avantages des examens périodiques pour les sujets bien portants en apparence, mais présentant des lésions latentes ou frustes qu'ils ignorent. J'y ai relevé que, parmi les individus supposés sains et aptes au travail, 16 pour 100 présentaient des troubles cardiaques et 12 pour 100 des lésions associées du cœur, des vaisseaux et des reins. L'auteur de l'article ajoute qu'après avoir suivi les conseils donnés par l'Institut de médecine préventive, 60 pour 100 des sujets furent trouvés guéris ou corrigés de leurs défectuosités lors d'un nouvel examen.

Sur les différents réseaux de transports en commun qui font procéder aux examens médicaux et psychotechniques, la périodicité varie entre 3 et 5 ans.

A la Société des Transports en commun de la Région parisienne, nous avons admis que les candidats seraient examinés :

— tous les 5 ans depuis leur admission jusqu'à 45 ans ;

— tous les 3 ans de 45 à 54 ans ;

— et tous les ans au-delà.

L'examen de médecine générale comporte particulièrement l'examen de la vue et de l'ouïe et le nombre des machinistes âgés trouvés avec une vue faible au cours de ces visites périodiques est relativement élevé.

Pour les machinistes en fonctions, l'examen psychotechnique périodique est complété par un test synthétique. Pour les machi-

Digitized by Google

nistes de tramways, l'agent est placé comme dans la réalité sur une plateforme de tramway munie de tous ses appareils de conduite et de sécurité.

Le machiniste a devant lui un écran sur lequel est projeté un film cinématographique représentant la rue avec tous ses incidents ou accidents possibles (piéton traversant la chaussée devant un tramway, voiture coupant la voie à un croisement de rues, etc...)

L'originalité de ce dispositif consiste à faire dérouler et arrêter le film par le sujet lui-même lorsqu'il manœuvre les appareils de conduite. Plus il démarre rapidement, plus le film se déroule vite ; plus il ralentit, plus le film se déroule lentement.

Le machiniste a ainsi l'illusion complète de la réalité.

Tous les organes de ce tramway fictif sont reliés électriquement avec un cylindre enregistreur, ce qui permet de procéder à l'analyse du graphique après l'expérience et de se rendre compte si chaque appareil (contrôleur électrique, levier de commande des sablières, robinet de frein à air) a bien été manœuvré rationnellement et en temps voulu.

Nous prévoyons de compléter notre installation très prochainement par un appareil analogue destiné aux machinistes d'omnibus.

Il est intéressant de vous signaler que les machinistes pour lesquels une infériorité flagrante est reconnue, ne sont pas pour cela exclus de la Société ; ils sont affectés à un autre emploi, la sélection psychotechnique consistant non à éliminer les inaptes mais bien à classer chaque agent à la place compatible avec ses aptitudes.

Quels sont les avantages que l'on peut retirer de l'application des méthodes psychotechniques pour la sélection des machinistes ?

D'après l'expérience que nous avons actuellement, nous avons constaté une économie appréciable des dépenses, résultant d'abord de la sélection préalable des candidats avant leur entrée à l'école des machinistes.

Le pourcentage des apprentis éliminés en cours d'apprentissage, qui était de 17,3 pour 100 pendant la période d'un an et demi qui a précédé la mise en service du laboratoire, est tombé à 3,6 pour 100 pendant les 9 premiers mois de fonctionnement

Digitized by Google

du laboratoire et, comme la Société des Transports en commun de la Région parisienne paie les journées d'apprentissage, la récupération des journées non payées aux inaptes qui ont été éliminés par le laboratoire, représente une économie annuelle de l'ordre de 120 000 francs.

En outre, l'examen psychotechnique permet de classer les candidats suivant leurs facultés, en différents groupes, la durée d'apprentissage étant différente pour chacun de ces groupes.

On économise ainsi le temps d'examen qui se trouve raccourci pour les groupes d'agents ayant les facultés les meilleures.

D'autres avantages sont encore escomptés et sont, à mon avis, indiscutables, mais ils ne pourront être chiffrés qu'au fur et à mesure qu'un plus grand nombre de machinistes auront été mis en service après être passés par le laboratoire et que l'on aura pu établir une comparaison entre leur service et celui des agents recrutés antérieurement sans avoir été sélectionnés par le laboratoire. Ces avantages correspondront à une diminution escomptée du nombre d'accidents, à une réduction des dépenses, d'énergie principalement, et à une moindre usure du matériel roulant.

Il est encore un avantage dont je voudrais vous entretenir, qui, à mon avis, peut présenter un très réel intérêt. Il s'agit de l'action que les examens périodiques psychotechniques peuvent avoir sur les agents qui se livrent à un usage exagéré des boissons alcooliques. Il est arrivé, en effet, qu'à la suite de ces examens on a reconnu que certains agents présentaient des défauts que les médecins ont attribué à l'abus exagéré de l'alcool. Ces cas étant connus du personnel, me paraissent être de nature à retenir les agents qui seraient tentés de s'adonner à la boisson, par la crainte d'être retirés du service après un examen ayant décelé leur tare.

Devant les résultats positifs donnés par le laboratoire installé par la Société des Transports en commun de la Région parisienne, un grand nombre de compagnies de transports nous ont demandé des renseignements en vue d'installer des laboratoires analogues. Je citerai entre autres la Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans, la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris, plusieurs compagnies de tramways de province et des compagnies étrangères de Rome, Milan, Riga, Bruxelles. D'autre part, les Compagnies de tramways de Liège, Bradford, La Haye nous ont demandé récemment l'autorisation de faire effectuer un stage

Digitized by Google

dans notre laboratoire à un de leurs agents en vue de l'application de nos méthodes dans leur réseau.

Vous voyez, Messieurs, tout l'intérêt que présente l'application des méthodes psychotechniques pour les machinistes de transports en commun ; je suis persuadé que ces méthodes peuvent s'appliquer à de nombreux métiers. Il suffit de rechercher les tests appropriés, de les appliquer et d'interpréter les résultats obtenus.

Digitized by Google

NÉCESSITÉ D'UN TRIPLE EXAMEN MÉDICAL, PHYSIOLOGIQUE, PSYCHOLOGIQUE, EN VUE D'UNE SÉLECTION PROFESSIONNELLE SCIENTIFIQUE

par M. le Docteur FAILLIE,

attaché au Centre d'Orientation professionnelle au Conservatoire national des Arts et Métiers

L'auteur demande que l'on systématise les méthodes utilisées dans les offices de sélection professionnelle. Etant donné que l'état pathologique et physiologique d'un sujet peut fausser les résultats de l'examen psychotechnique, il est nécessaire que celui-ci soit complété par un examen médical et par un examen physiologique qui permettront de connaître à la fois les tares et les possibilités dynamiques du sujet examiné. Grâce aux fiches établies ainsi par le Centre d'orientation professionnelle du Conservatoire des Arts et Métiers, il a été possible de formuler plus de 15 pour cent des contre-indications reconnues pour les métiers choisis par les enfants. Il y a intérêt à établir des appareils simples, se prêtant à l'étude séparée de chaque aptitude. L'auteur donne comme exemple le fauteuil installé à l'aérodrome du Bourget pour l'examen des aviateurs et qui a permis à Broca de reconnaître l'existence du sens spécial de l'accélération angulaire, dit sens de Broca.

Quand on examine les différentes méthodes utilisées dans les offices de sélection professionnelle, on est frappé de leur diversité : Certaines sont basées uniquement sur la psychotechnie, d'autres sur un examen médical, presque toutes ne comportent aucune recherche physiologique. Le choix qui a présidé à l'établissement des méthodes est presque toujours en rapport direct avec les connaissances ou avec la profession de celui qui est chargé de la sélection : un psychologue n'emploie que des méthodes psychotechniques, un médecin ne fera qu'un examen purement médical. Or il n'est pas douteux que la sélection professionnelle d'un sujet ne peut être basée uniquement sur un examen psychologique ou médical. Tous les métiers, sans exception, nécessitent des aptitudes physiques et mentales, et dans ces conditions il est indispensable de les connaître et de les mesurer avec précision. De plus l'état physique d'un sujet peut retentir très fortement sur son état psychique, et dans ces conditions toute déficience physiologique ou pathologique pourra fausser complètement les résultats de l'examen psychotechnique. Ce point a été déjà développé par les docteurs Laufer et Paul Boncour, au Congrès de Charleroi.

---

(1) Communication faite à la réunion mensuelle du mercredi 6 mai 1925.

Digitized by Google

C'est pourquoi, mesurer les aptitudes d'un sujet au point de vue psychique est bien, mais encore faut-il que ce sujet soit en état de les bien montrer, et de les conserver intactes dans la suite.

Un ouvrier anémique ou affaibli par une maladie donnera au cours d'un examen psychotechnique des résultats très au-dessous de ceux qu'il aurait pu fournir s'il avait été bien portant. De même un sujet atteint de lésions tuberculeuses en évolution sera dans l'impossibilité six mois ou un an plus tard, d'exercer le métier vers lequel psychotechniquement on était autorisé à l'orienter.

L'importance de l'examen médical en sélection professionnelle ne peut donc échapper à personne. C'est d'ailleurs la constatation que nous avions faite, lors de nos recherches faites en commun avec les docteurs Boncour et Laufer, recherches dont ils ont publié les résultats à l'Académie des Sciences morales et politiques (1).

Mais un examen purement médical ne nous renseigne que fort peu sur les aptitudes physiques et psychomotrices d'un sujet. Il faut encore procéder à un autre examen : l'examen physiologique. Il ne faut surtout pas confondre l'examen médical avec cet examen. Pour en faire saisir la différence, on peut prendre la comparaison suivante : si l'on est chargé d'étudier un moteur à explosion, par exemple, on peut l'écouter tourner, poser sa main sur le radiateur pour en estimer la température, palper la culasse; tout ceci correspond à l'auscultation, la percussion, la palpation du médecin. Mais on a encore une idée peu précise de la puissance que peut développer ce moteur, du régime auquel il peut tourner, etc... Par contre on peut mesurer sa cylindrée, sa course, sa compression, sa vitesse de rotation, sa puissance, sa consommation, etc., tout ceci à l'aide d'appareils. Ce second examen, tout différent du premier, et qui permettra de déterminer les conditions d'emploi du moteur, correspond à l'examen physiologique du sujet.

Cet examen comporte naturellement l'utilisation d'un certain nombre d'appareils, il porte successivement sur toutes les grandes fonctions de l'organisme : fonction respiratoire, circulatoire,

(1) Rapport sur l'orientation professionnelle au point de vue particulièrement scolaire. *La préadaptation scolaire*, communication faite à la séance de l'Académie des Sciences morales et politiques du 5 juillet 1924.

Digitized by Google

sanguine, musculaire et nerveuse, ainsi que sur l'étude des différents sens. En un mot, cette recherche physiologique porte sur toutes les mesures permettant de connaître avec *précision l'état et les possibilités dynamiques du sujet examiné.*

L'établissement des fiches médicales et physiologiques nous a permis en particulier, dans notre centre d'orientation professionnelle, de formuler plus de 75 pour 100 des contre-indications aux métiers choisis par les enfants. Dans le but de pratiquer cet examen physiologique, nous nous sommes attachés, dans notre centre annexé au laboratoire de physiologie du travail, à élaborer des techniques simples, et à créer des appareils peu coûteux. Toutes ces techniques, tous ces appareils, ont été conçus dans le but d'étudier autant que possible une seule aptitude à la fois, afin de ne pas se heurter à la faculté de suppléance que notre organisme possède à un si haut point. Si l'on prend par exemple, la mesure des réactions psychomotrices, base de toute orientation ou sélection professionnelle dans les transports, on constate qu'il existe de nombreux appareils pour les mesurer, la plupart sont constitués par des lampes qui s'allument et le sujet doit répondre à l'excitation lumineuse en pressant avec le doigt ou avec le pied sur un manipulateur approprié. Le temps perdu entre l'allumage de la lampe et la réponse du sujet constitue le temps de réaction. Il y a là déjà plusieurs facteurs qui peuvent modifier considérablement ces temps de réaction, en premier lieu l'émotivité ; on rencontre parfois une difficulté considérable à la faire disparaître ; il faut que l'orienteur possède en quelque sorte un véritable sens clinique qui lui permette de saisir le moment où le sujet devient calme.

En second lieu : l'aptitude à l'apprentissage.

Enfin un mauvais champ visuel ou une acuité défectueuse modifieront également d'une façon appréciable les temps de réaction. C'est pourquoi nous avons recherché des appareils simples, et nous insistons pour obtenir l'uniformité des appareils afin de pouvoir mettre en commun les résultats acquis.

Il en existe un en particulier utilisé presque exclusivement pour la sélection des pilotes aviateurs au Bourget, je veux parler ici du fauteuil de Broca. La réponse du sujet à l'excitation se fait par la pression d'un doigt sur un manipulateur, mouvement bien simple et qui cependant demande encore de la part du sujet un cer-

Digitized by Google

tain apprentissage. Que dire dans ces conditions des mouvements variés et complexes qui sont parfois imposés.

La simplicité de ce fauteuil a permis de déceler l'existence d'un sens nouveau : celui des accélérations angulaires ou sens de Broca. Ce sens est intime, profond, c'est celui qui permet à l'aviateur de percevoir toute modification dans la position qu'il occupe, au wattman toute accélération de sa voiture. La mesure de ce temps de réaction paraît une nécessité dans l'orientation ou la sélection professionnelle concernant les transports en commun; il est d'ailleurs probable que sa mesure seule est suffisante, car les valeurs des réactions visuelle, auditive ou tactile varient dans le même sens.

On voit donc que poussée à l'extrême, l'analyse d'une aptitude n'a pas été un travail vain puisqu'elle a permis de mettre en évidence le sens des accélérations angulaires, découverte d'une grande portée scientifique.

De toutes ces considérations on peut donc conclure que toute orientation ou sélection professionnelle, pour être vraiment scientifique et féconde dans ses résultats doit comporter trois examens différents et d'importance égale, permettant l'établissement d'une fiche médicale, physiologique et psychologique.

Au point de vue physiologique, comme au point de vue psychologique, on devra s'attacher à n'étudier, autant que possible, qu'une seule aptitude à la fois, à l'exclusion des autres.

Ces considérations sur l'établissement des fiches physiologique et psychologique étant faites, je tiens à vous signaler l'existence d'une série de conférences suivies de travaux pratiques, qui, depuis l'année dernière, sont faites au Conservatoire national des Arts et Métiers. Leur programme porte sur toutes les techniques utilisées en orientation et sélection professionnelle. Elles mettent à notre disposition les épreuves et les tests reconnus comme présentant le plus de garantie et la plus grande simplicité d'application.

Digitized by Google

LES DERNIERS PROGRÈS DANS LA FABRICATION DES AMPOULES A RAYONS X (1)

par M. PILON,

Administrateur-délégué des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

Le conférencier parle d'abord de l'évolution des tubes à cathode incandescente : après le tube Coolidge, inventé en 1913, fonctionnant par décharge thermoélectronique sans ionisation gazeuse, les Allemands créèrent le tube Lilienfield à électrode auxiliaire permettant de régler l'émission cathodique. Il décrit les perfectionnements apportés aux ampoules pour radiodiagnostic en signalant les desiderata qu'elles doivent satisfaire : forte intensité, dimensions très réduites de la source d'émission, facilités de protection contre leur rayonnement. L'ampoule à foyer linéaire concilie les deux premières conditions mais elle ne donne pas des images aussi nettes que l'ampoule ordinaire et l'auteur préfère calculer la cathode pour répartir convenablement le bombardement sur une petite surface et constituer l'anticathode en tungstène intimement soudé à son support de cuivre. Ces ampoules peuvent être disposées dans des cupules protectrices ; on les réalise aussi en verre au plomb présentant une petite fenêtre qui laisse passer les rayons X. Il décrit les ampoules dentaires et le tube Metalix. Il décrit enfin les perfectionnements apportés aux ampoules de radiothérapie profonde sous 200 000 volts, donnant des intensités de 100 milliampères, à refroidissement par l'eau ou en cuve à huile ou encore à circulation d'huile dans l'anticathode.

Notre regretté Président, le professeur Broca, qui avait suivi certaines de nos expériences pour le perfectionnement des ampoules à rayons X, m'avait demandé quelque temps avant sa mort de venir vous parler des progrès réalisés ces dernières années dans la construction des ampoules.

Dans cette causerie je n'énumérerai que les perfectionnements entrés dans la pratique, je laisserai intentionnellement de côté tout ce qui ne fut ou n'est actuellement qu'instrument d'étude ou appareil de laboratoire, car nous touchons à une industrie si nouvelle où les recherches sont si nombreuses qu'entrer dans la description d'appareils d'expériences nous entraînerait beaucoup trop loin.

Si vous voulez, je diviserai cet aperçu en trois parties :

D'abord quelques mots sur l'évolution des tubes à cathode incandescente dans les divers pays qui se sont occupés de cette fabrication.

Ensuite, nous verrons les perfectionnements des ampoules utilisées pour le diagnostic.

---

(1) Communication faite à la réunion mensuelle du mercredi 6 mai 1925.

Digitized by Google

Enfin les perfectionnements des ampoules utilisées en radiographie.

1° Evolution des tubes a cathode incandescente.

L'ampoule à cathode incandescente a commencé à être utilisée au commencement de 1914, inventée en Amérique par W.-D. Coolidge en 1913. La guerre survint.

Aux Etats-Unis, Coolidge continua à mettre au point son ampoule à décharge thermoélectrique à « pure electron discharge », comme il la nomme, c'est-à-dire l'ampoule fonctionnant par unique décharge thermoélectronique sans qu'intervienne aucun phénomène d'ionisation gazeuse.

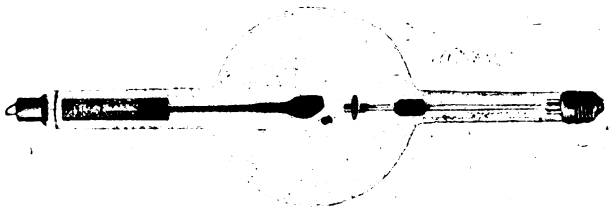


Fig. 1. — Tube Coolidge standard.

En France, après avoir commencé cette fabrication, puisqu'un premier tube type à « radiateur » a été présenté au congrès pour l'Avancement des Sciences en juillet 1914, nous avons abandonné toutes recherches pendant la guerre pour continuer la fabrication des ampoules à gaz que les armées alliées réclamaient en grande quantité.

Fig. 2. — Tube Coolidge à radiateur.

En Allemagne, de 1914 à 1918, plusieurs constructeurs s'engagent dans la voie nouvelle des tubes à électrode incandescente. Ils essaient d'abord de réaliser des ampoules mixtes, c'est-à-dire des ampoules à gaz dans lesquelles ils placent un filament chaud pour ioniser les gaz résiduels.

Aussitôt après la guerre, nous nous trouvions dans la situation suivante :

Aux Etats-Unis, W.-D. Coolidge, à la General Electric Com-

Digitized by Google

pany, a mis complètement au point son ampoule, dont les deux types : tube « Coolidge » type standard (fig. 1) et tube « Coolidge » type à radiateur (fig. 2) s'imposent nettement.

Je ne reviendrai pas sur la description du fonctionnement de ces ampoules, qui a déjà été expliqué ici même en détail par M. Johannès, dans la séance du 6 décembre 1922 (1).

En France, nous avions dès le début adopté les modèles construits en Amérique.

En Allemagne, les constructeurs avaient petit à petit abandonné les tubes mixtes dont je viens de vous parler pour adopter les tubes à décharge électronique pure. Le principe était celui du tube « Coolidge », l'aspect extérieur, dans certains cas, changeait quelque peu. Seule une ampoule qui, au début, était un modèle mixte et devint ensuite un modèle à pure décharge élec-

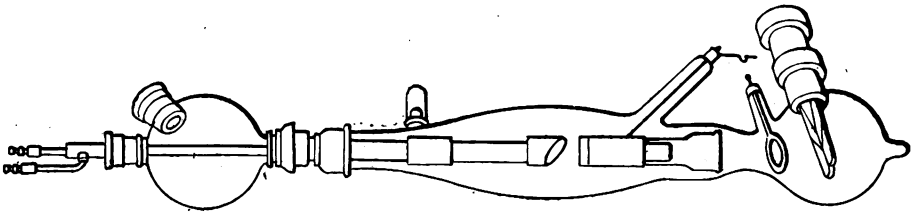


Fig. 3. — Tube Lilienfield.

tronique, le « Lilienfield », différait un peu comme fonctionnement des tubes « Coolidge ».

Le tube « Lilienfield » qui est représenté par la figure 3, comprend une enceinte de verre dans laquelle sont placées des électrodes, entre autres l'anticathode de forme ordinaire, refroidie par eau, et la cathode constituée par un cylindre. Derrière la cathode la paroi se gonfle en un appendice dans lequel est disposé un filament suspendu sur un cadre; devant le filament est une électrode annulaire.

Le filament est très largement calculé pour émettre une quantité d'électrons plus grande que celle nécessaire au fonctionnement du tube. En fonctionnement, le filament est porté à une certaine température qui reste immuable, et le réglage est fait au moyen de l'électrode auxiliaire annulaire qui, opérant comme la grille des lampes de radiotélégraphie, ne laisse passer que le nombre

(1) Communication faite à la Société française des Electriciens le 6 décembre 1922, intitulée : *Les ampoules à rayons X et leur construction.*

Digitized by Google

d'électrons nécessaire pour véhiculer l'intensité désirée. Il est évident que cette électrode supplémentaire nécessite une différence de potentiel du tube ; ceci est obtenu en plaçant dans le circuit à haute tension un rhéostat de réglage. Ce dispositif très complexe, qui ne procure du reste aucun avantage sur les tubes ordinaires, a été la cause de l'abandon presque complet de cette ampoule.

Nous arrivons donc, comme je vous le disais plus haut, à l'époque où tous les pays s'occupant de fabrication de tubes à rayons X ont adopté le principe à décharge « électronique pure ».

II° Perfectionnements aux ampoules pour radiodiagnostic.

Nous classerons dans cette partie les ampoules servant à la radioscopie et à la radiographie.

La radioscopie ne réclame guère de conditions bien spéciales, mais la radiographie impose des problèmes beaucoup plus complexes. Pour comprendre ce dont je vais vous parler, il est bon de connaître les desiderata de la clientèle.

1° La radiographie moderne nécessite de grosses intensités pour réaliser les radiographies instantanées et pour pouvoir prendre des images à grande distance : la téléradiographie.

2° Comme ces ampoules sont employées pour la radiographie et qu'il est nécessaire de pouvoir obtenir une netteté très grande dans les images, il faut que le point d'émission du rayonnement X soit très petit.

3° Il est nécessaire que l'ampoule soit construite de telle façon que l'on puisse facilement disposer autour d'elle des moyens de protection contre les rayons X, et qu'il soit aussi possible d'aveugler la lumière causée par le filament dont la lueur est gênante en radioscopie.

Or, les desiderata 1° et 2° se contredisent nettement. En effet, il est très difficile de faire un foyer d'émission très petit et en même temps de construire une ampoule capable de supporter une énergie très grande. On sait, en effet, qu'un millième seulement de l'énergie traversant l'ampoule est transformé en rayons X, le reste est dépensé en chaleur au point d'impact par le bombardement. Et, pour faire comprendre la difficulté de réalisation d'une ampoule puissante donnant en même temps une bonne définition, nous ne pouvons mieux faire que de comparer le bombardement cathodique sur la partie de l'anticathode que

Digitized by Google

nous appelons « foyer » au bombardement d'un champ par une batterie d'artillerie.

Supposons que toutes les pièces soient pointées pour tirer un certain nombre d'obus dans un champ par exemple de 1 000 mètres de côté. Admettons que les artilleurs soient suffisamment habiles pour que tous les obus tombent dans ce champ ; on concevra aisément que certaines parties du champ recevront plus d'obus que d'autres, du fait de toutes les variantes intervenant dans un coup de canon.

Or, si nous réduisons le champ sur lequel doit tirer la batterie, et que, par exemple, la dimension n'en soit plus que de 100 mètres de côté, et supposons encore que les pointeurs logent tous les obus dans ce champ plus petit. Ayant réduit la dimension du champ, nous réduisons également les espaces relatifs entre les points de chute ; on concevra alors que certaines parties de ce champ seront complètement déchiquetées par un grand nombre d'obus tombant au même endroit.

C'est ce qui se passe sur une anticathode dont, pour une intensité déterminée, on a réduit le « foyer » sans changer les conditions du bombardement.

Que faire pour remédier à cet état de choses ? c'est-à-dire pour obtenir des images très nettes et avoir des ampoules supportant de grosses intensités.

Trois formules se présentent à l'esprit.

Ou bien demander aux clients de limiter l'intensité dépensée dans le tube.

Ou bien trouver un procédé pour que l'image soit nette sans réduire le foyer.

Ou encore trouver le moyen de répartir d'une façon uniforme le bombardement pour que tous les points d'impact soient également répartis et que toute la surface du foyer coopère à la résistance au bombardement.

La première solution doit être évidemment écartée, car il est impossible de demander à la clientèle de limiter le progrès.

La seconde solution peut être envisagée, et elle l'a été par un constructeur étranger qui paraît ainsi donner satisfaction à la clientèle ; il construit ce qu'on appelle le tube à « foyer linéaire ».

Vous avez vu que dans les ampoules ordinaires le filament cathodique A a l'aspect d'un ressort en spirale (fig. 4), il projette sur l'anticathode un faisceau conique et l'impact est une circon-

Digitized by Google

férence. Dans l'ampoule dont nous parlons, le filament, au lieu de correspondre à un plan circulaire, est constitué par une ligne; les électrons s'échappant du filament viennent bombarder l'anticathode suivant un parallélogramme allongé, et si nous examinons la figure schématique 5, nous verrons que si le filament C

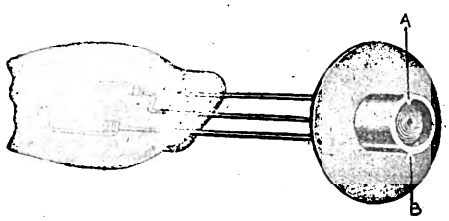


Fig. 4. — Filament cathodique ordinaire.

bombarde l'anticathode A suivant le parallélogramme S, et si nous élevons sur la plaque photographique P la projection de cette surface de bombardement, nous trouvons F", F et F', qui sont respectivement les projections du filament sur trois parties de la plaque. Evidemment, le point d'impact apparent F" est

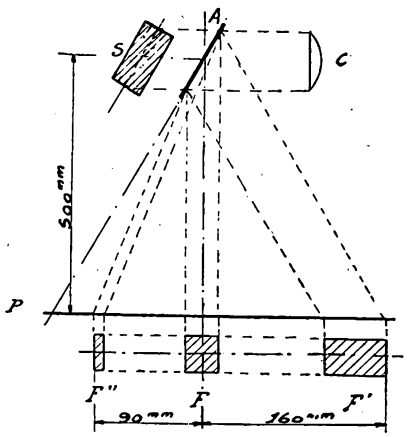


Fig. 5. — Schéma de l'impression d'une plaque par un filament rectiligne.

très petit, le point d'impact apparent F est un peu plus grand et F' est plus grand encore. Donc si l'on place sur la plaque photographique le sujet à radiographier entre F" et F', la partie en F" sera nette, les autres parties seront de plus en plus floues, et si l'on ne se confine qu'à la partie F" on aura un champ relativement réduit. L'anticathode de ce tube pour utiliser au maxi-

Digitized by Google

mum cet artifice de rappetissement apparent du point d'impact est placée à 90° par rapport à la plaque photographique, au lieu de 45° adoptés dans les ampoules ordinaires.

Une telle ampoule offre pour sa fabrication certains avantages constructifs, car le bombardement étant réparti sur une longue surface, il ne devient pas nécessaire d'établir une anticathode spécialement résistante. Il n'en est pas moins vrai qu'un tel artifice, au point de vue radiographie, a certains désavantages indéniables. On pourrait évidemment, comme nous l'avons déjà réalisé dans des essais, laisser l'anticathode à 45° et la bombarder par une cathode disposée dans l'ampoule de telle façon que le bombardement soit rasant par rapport à l'anticathode, on pourrait alors avoir un point d'impact assez large, tandis qu'on aurait sur la plaque photographique une projection relativement petite le champ ne serait pas restreint, mais la netteté des images ne serait pas égale sur tous les points de la plaque photographique comme nous venons de le voir.

Cette solution ayant à notre avis des défauts, nous avons adopté la troisième qui consiste à calculer la cathode de telle sorte que le bombardement soit convenablement réparti sur une surface toute petite ; mais le corollaire de cette disposition est la nécessité d'avoir à l'anticathode des disques de tungstène excessivement bien refroidis. Il ne suffit donc plus, comme dans les ampoules à foyer linéaire dont je viens de vous parler, de sertir simplement le disque de tungstène dans une masse de cuivre, il faut, pour avoir une bonne adhérence entre le cuivre et le tungstène, constituer l'anticathode en fondant sous le vide autour du disque de tungstène le cuivre qui servira de conducteur de la chaleur ; il faut même que la pastille de tungstène soit préparée de telle sorte que le contact soit absolument intime.

C'est au moyen de ce perfectionnement qu'on peut réaliser des ampoules qui supportent en courant redressé jusqu'à 100 mA pour 18 cm d'étincelle équivalente, pendant quelques secondes. On peut ainsi avec une telle ampoule obtenir n'importe quelle radiographie à grande distance, ou n'importe quel instantané, tout en ayant une parfaite définition des images.

Au point de vue de la protection contre les rayons X, ces ampoules du type à radiateur dont je viens de vous parler, peuvent aisément être disposées dans des cupules en matière protectrice contre les rayons X. Cette matière est opaque et arrête en même

Digitized by Google

temps que les rayons X, les rayons lumineux gênants pour la radioscopie.

Aux Etats-Unis, W.-D. Coolidge, à la General Electric Company a même construit, depuis quelques années déjà, des ampoules à rayons X dont la paroi entièrement en verre au plomb, ne laisse passer le rayonnement que par une petite fenêtre en verre perméable aux rayons X. Ces ampoules peuvent supporter 10 mA sous 40 000 volts, elles sont utilisées dans des installations transportables comme celle représentée par la figure 6.

Un autre dispositif très intéressant au point de vue protection est celui employé pour la radiographie dentaire ; une petite

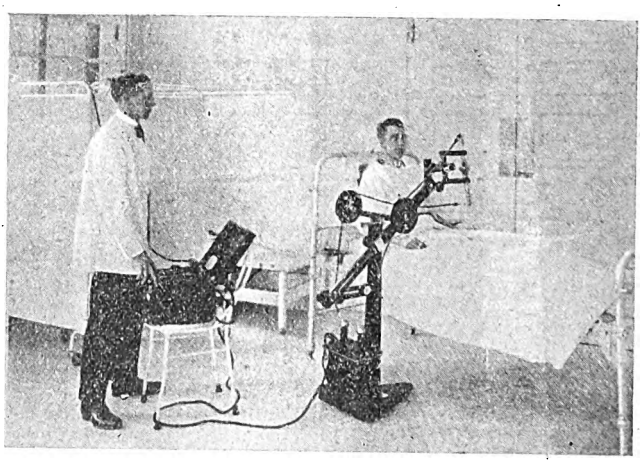


Fig. 6. — Installation transportable de tube Coolidge.

boîte de métal remplie d'huile contient et le transformateur à haute tension et l'ampoule. Cette ampoule est de dimension excessivement restreinte, puisque le transformateur et l'ampoule tiennent dans la boîte qui n'a que 18 cm de haut, 18 cm de large et 23 cm d'épaisseur. Cette ampoule permet de faire la radiographie sous 40 000 volts et 10 milliampères.

Tous ces modèles assurent une très grande protection contre les rayons X, quant au dernier type d'appareil il assure non seulement une protection efficace contre les rayons X, mais encore une protection contre les chocs électriques, puisque le transformateur à haute tension est entièrement enfermé et aucun conducteur de haute tension n'est apparent.

Un autre tube vient d'être réalisé en Hollande qui, d'aspect

Digitized by Google

extérieur, diffère complètement de tous les modèles dont je viens de vous parler. Le fonctionnement est toujours basé sur le principe de la décharge électronique pure des tubes Coolidge, mais dans ce modèle les électrodes sont suffisamment près l'une de l'autre pour que le tube puisse fonctionner à une pression relativement basse.

Comme vous le voyez sur la figure 7, l'ensemble est constitué d'un cylindre métallique prolongé d'un côté par un tube de verre supportant l'anticathode qui s'avance jusque dans la partie métallique. Ce cylindre métallique qui est au potentiel cathodique contient un filament disposé devant un diaphragme placé très près de l'anticathode. La partie inférieure du cylindre est obturée par une fenêtre en verre perméable aux rayons X ;

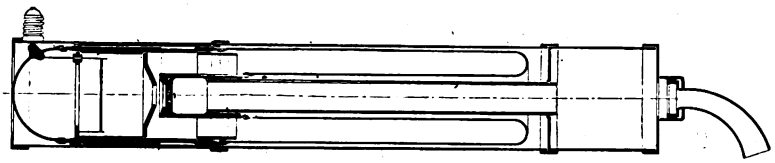


Fig. 7. — Tube dit « Metalix ».

l'émission électronique bombarde l'anticathode et les rayons X sortent par la fenêtre inférieure.

Ce modèle, qui a été combiné pour le radiognostic est établi pour fonctionner avec un pôle à la terre, c'est-à-dire que le cylindre contenant la cathode doit être relié à la terre. C'est donc une ampoule qui, jusqu'à présent, ne peut être employée pratiquement que sur des installations spécialement établies. On peut évidemment la supporter par un bras isolant, pour éviter de mettre la cathode à la terre, mais le rapprochement du malade offre alors quelque danger.

D'autre part, ce tube dans sa forme actuelle ne semble permettre que des radiographies soit de haut en bas, soit horizontales.

III° Perfectionnements aux ampoules pour radiothérapie.

Dans cette description, nous ne placerons que les ampoules pour radiothérapie profonde, c'est-à-dire sous 200 000 volts, les radiothérapies superficielles pouvant être faites avec des tubes ordinaires.

Digitized by Google

Cette catégorie de tubes débuta par des modèles correspondant à ceux précédemment établis, mais de dimension un peu plus longue, naturellement le pompage était prévu en conséquence.

En Allemagne, en Amérique, en France on commença la radiothérapie par des tubes comme représenté en figure 8, c'est en somme l'allongement du type Coolidge standard que je vous ai montré tout à l'heure. Quelques variantes furent faites en Alle-

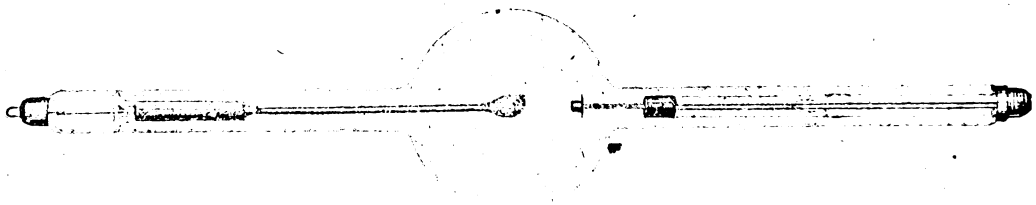


Fig. 3. — Tube pour radiothérapie profonde.

magne, c'est-à-dire qu'on remplaça la masse métallique par une plaquette.

Dans ce pays, depuis la naissance de ce modèle aucune modification appréciable ne fut faite. Aux Etats-Unis, en France, d'importants perfectionnements furent réalisés.

Aux Etats-Unis, W.-D. Coolidge à la General Electric Company

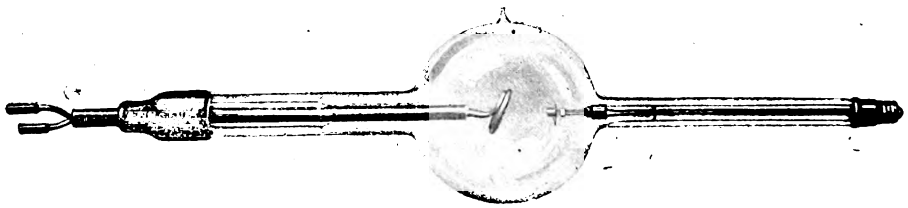


Fig. 9. — Tube à 200 000 volts pour fortes intensités.

entreprit la construction d'ampoules à rayons X pouvant débiter sous 200 000 volts de grosses intensités : 30, 50 et même 100 milliampères.

Le modèle américain actuellement construit pour grosses intensités est représenté en figure 9. D'aspect extérieur, il est semblable à ses prédécesseurs, mais l'anticathode est constituée d'un grand disque de tungstène refroidi par circulation d'eau. L'eau entre par un petit tube de cuivre qui traverse le support d'anticathode et vient s'enrouler derrière le disque de tungstène qu'il

Digitized by Google

refroidit; ce modèle soutient en régime permanent 30 milliampères sous 200 000 volts.

Le refroidissement de l'eau est assuré au moyen d'un radiateur type de ceux employés dans les automobiles et d'une pompe; sur la canalisation d'eau un dispositif a été combiné pour que le courant de haute tension alimentant l'ensemble soit coupé si par hasard la circulation d'eau s'interrompait; car la température deviendrait telle que l'anticathode entrerait tout de suite en fusion.

Il est facile de comprendre que ce système de refroidissement

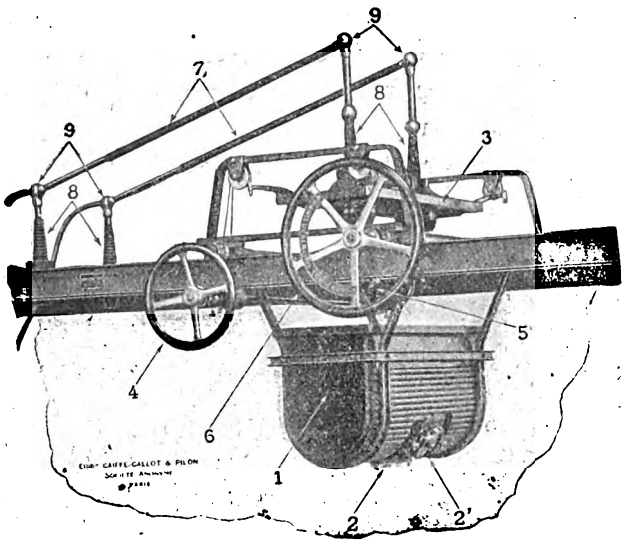


Fig. 10. — Tubes Gaiffe-Gallot et Pilon dans l'huile.

étant relié à l'anticathode doit être convenablement isolé du sol, puisque le tout est au potentiel anodique. Cette ampoule, malgré le supplément d'outillage nécessité par son refroidissement, marque un gros progrès sur ce qui a été précédemment réalisé comme ampoule puissante.

En France, au point de vue « radiothérapie », nous avons adopté une solution toute spéciale qui offre des avantages très importants ; c'est ce que nous appelons le tube dans l'huile. Car là comme en diagnostic notre directive a été la protection du malade et de l'opérateur.

Dans une cuve en plomb portant, comme on le remarque sur la figure 10, une fenêtre d'où sortent les rayons X, est placé un

Digitized by Google

tube construit spécialement. La cuve suffisamment épaisse pour arrêter le rayonnement est remplie d'huile. Ainsi, au moyen de l'huile, on obtient un isolement très bon du tube, ce qui permet d'en réduire très considérablement les dimensions; de plus l'huile servant à refroidir l'ensemble de la paroi de l'ampoule entretient d'une façon convenable une égale température sur toutes les parties du verre, ce qui est un avantage considérable au point de vue de la résistance.

Le champ créé par le fonctionnement imprime à l'huile un mouvement de circulation très rapide, si bien que toute la masse de l'huile, constamment brassée, est toujours à une égale température. Avec un tel dispositif le patient et l'opérateur sont convenablement protégés contre les rayons X et contre les chocs électriques, puisque la paroi de la cuve est en plomb épais de 6 mm et reliée à la terre.

Bientôt, les générateurs de courants devenant plus puissants, il

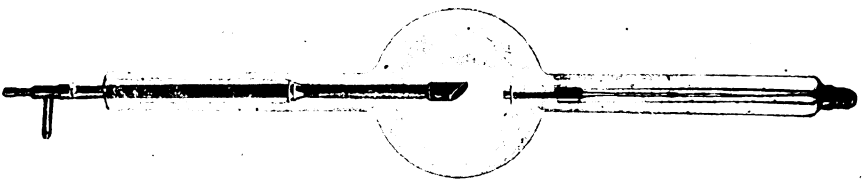


Fig. 11. — Tube à refroidissement par circulation d'huile.

fut indispensable d'augmenter la résistance des ampoules. Toujours en employant le même dispositif du tube dans l'huile, nous avons pu accroître l'intensité en modifiant la construction des ampoules et en refroidissant l'huile par un serpentin à circulation d'eau placé à l'intérieur de la cuve.

Mais la radiothérapie nécessitant toujours des tensions et des intensités de plus en plus grandes, nous avons réalisé un modèle dont l'anticathode est refroidie par circulation d'huile. Cette ampoule est toujours placée dans la cuve, mais une pompe fixée dans cette même cuve aspire l'huile, la refoule dans l'anticathode pour la refroidir, puis l'huile ressort dans la cuve. Comme par ce procédé l'énergie dépensée peut être très grande, il est indispensable d'assurer le refroidissement énergique de l'huile par le radiateur que je vous ai montré.

En plus de ce modèle, nous avons créé une ampoule que vous voyez représentée en figure 11 et fonctionnant à l'air libre; l'anti-

Digitized by Google

cathode est également refroidie par une circulation d'huile. On peut ainsi réunir par des tuyaux isolants l'anticathode à la pompe ; comme la circulation est assurée par de l'huile, on comprend aisément qu'un tel dispositif supprime toutes les précautions d'isolement indispensables dans le dispositif à refroidissement par eau. L'huile est évidemment moins bonne au point de vue refroidissement que l'eau, mais ceci n'est qu'une question de débit et de dimension d'orifices.

Il a été également construit ces temps derniers un modèle d'ampoule métallique du type « Coolidge », mais fonctionnant sur pompe. Bien que ce tube soit plutôt un instrument de laboratoire qu'un appareil suffisamment simple pour être placé normalement dans un cabinet médical, nous avons tenu à le citer, car il avait été à un moment envisagé pour des applications thérapeutiques.

Ainsi que cette courte énumération nous le fait voir, les progrès réalisés ces dernières années dans la construction des tubes à rayons X sont très considérables, et pour qui connaît l'extrême complexité de cette fabrication, le chemin parcouru est énorme.

En quelques années, les ampoules de diagnostic ont passé de 10 à 100 milliampères ; en thérapie, alors que 1,5 ou 2 milliampères sous 200 000 volts étaient, il y a seulement 4 ans, un régime difficile à tenir d'une façon constante, actuellement, les ampoules à refroidissement dont je vous ai parlé en dernier lieu, supportent aisément en régime continu, 30 milliampères et même plus, sous 200 000 volts.

Il est intéressant de signaler que la France, comme vous l'avez vu, a pris une part importante à ces perfectionnements.

Digitized by Google

INFORMATIONS
DE LA SOCIETE FRANCAISE DES ELECTRICIENS

1° PRINCIPALES DÉCISIONS DU BUREAU ET DU COMITÉ EN MAI 1925

Dans sa séance du 20 mai, le Comité a confirmé la désignation de MM. Bunet, Maurice Leblanc, Gratzmuller et Guillaume comme délégués de la Société française des Electriciens au Comité électrotechnique français.

Il a renouvelé pour cinq années le mandat de M. Janet comme Directeur du Laboratoire central d'Electricité.

2° DINER DU COMITÉ

Le 20 mai 1925, un dîner auquel avaient été conviés à prendre part, avec les membres du Comité, les membres de la Société qui suivent les travaux des Sections et les Conférences de l'Ecole supérieure, réunissait au Cercle de la Renaissance, sous la présidence de M. le général Ferrié, les convives dont les noms suivent :

MM. Abraham, Bachellery, Barillot, Belin, Berthelot, Blondin, Bossu, Brylinski, Bunet, Catoni, Chèneveau, Coldier, Darrieus, G. Dehenne, Drouin, Duval, Eschwège, Fabry, Ferrié, Geoffroy, Gratzmuller, Grosselin, Guilbert, Hacault, Iliovici, Janet, Jouaust, Jouvion, Jumau, Lavanchy, Léauté, Lebeaupin, Leblanc, Legouez, Liénard, Locherer, Mahl, Mesny, Monmerqué, Meyer M., Péridier, de Pistoye, J. Rey, Reynaud-Bonin, Roux, Sartre, Sternberg, Toulon, de Valbreuze.

Après le dîner, M. Janet, directeur de l'Ecole supérieure d'Électricité, fit défiler sur l'écran les plans de la nouvelle école, qui venaient d'être approuvés. Les explications très claires qu'il donna achevèrent de convaincre l'assistance que l'Ecole allait prendre dans ces bâtiments enfin dignes de son enseignement un essor nouveau et un rayonnement accru. Le général Ferrié remercia et félicita sincèrement MM. Janet, Geoffroy et Rey de l'œuvre qu'ils avaient accomplie.

M. Rollet de l'Isle, qui avait bien voulu répondre à l'invitation

Digitized by Google

qui lui avait été faite par le Comité, exposa en une courte causerie, les principes de l'Esperanto, langue logique et souple qui paraît convenir aux besoins d'intercommunication des savants et des techniciens.

Il exprima le vœu que la Société française des Electriciens s'intéressât effectivement à sa diffusion. En remerciant le conférencier, le général Ferrié lui promit que ce vœu serait examiné par le Bureau avec la plus bienveillante attention.

3° VISITE AU LABORATOIRE DE LA SOCIÉTÉ D'ÉTUDES DES LIAISONS TÉLÉPHONIQUES LE 22 AVRIL 1925.

M. Cahen, directeur de la Société, ayant fort aimablement invité les membres de la Section de télégraphie et de téléphonie à visiter ce très intéressant et très moderne laboratoire, MM. Carvalho et Pagès avaient, en son absence, exposé les appareils divers qu'ils emploient pour les essais et le réglage des câbles à longue distance pupinisés.

Ils nous ont montré : les appareils de mesure des intensités téléphoniques par couples thermoélectriques que chauffe une résistance traversée par le courant à mesurer : appareils d'une telle sensibilité qu'il faut les entourer d'un blindage métallique épais pour les soustraire au rayonnement calorifique des corps extérieurs ; les appareils générateurs de courants téléphoniques, vibreurs à diapason ou à membrane, lampes électroniques. Ils nous ont indiqué les difficultés rencontrées pour l'obtention de vibrations téléphoniques sans harmoniques, ce qui oblige certains constructeurs à employer des filtres ; ils nous ont montré les ponts pour la mesure des impédances et les dispositifs grâce auxquels peuvent être supprimées les causes d'erreurs dues à la capacité des diverses parties du circuit ; ils obtiennent par leurs méthodes la mesure des impédances au 1/100 000e près. M. Pagès nous a exposé en particulier : les méthodes potentiométriques perfectionnées par lui et appliquées notamment à l'étude et au réglage des translateurs téléphoniques, minuscules transformateurs qui doivent présenter entre autres qualités une symétrie complète par rapport à leur plan médian ; enfin, la réalisation des résistances sans inductance et sans capacité suivant le procédé d'enroulement Ayrton et Mœther. Ces messieurs nous ont mis à même de constater la précision fournie par l'emploi de

Digitized by Google

ces divers appareils, dont la plupart doivent être assez robustes pour être mis entre les mains d'ouvriers travaillant, soit dans les usines de construction, soit sur les chantiers de pose.

Nous tenons à remercier ici très vivement tous ces Messieurs de leur extrême complaisance et nous exprimons le très sincère regret que cette visite si intéressante n'ait pas été suivie par un plus grand nombre de nos collègues.

4° PROCÈS-VERBAL DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 MAI 1925

de la Société pour favoriser le Développement du haut Enseignement de l'Electrotechnique en France.

Les actionnaires de la Société pour Favoriser le Développement de l'Electrotechnique en France se sont réunis au siège social, sous la présidence de M. Geoffroy, à 14 h 30.

M. le président, sur le vu de la feuille de présence, constate que le nombre d'actions présentes ou représentées est de 3 033 correspondant à 3 033 voix et que l'assemblée est en nombre pour délibérer.

Il invite MM. Paul Janet et Grosselin, les plus forts actionnaires présents à prendre place au bureau comme scrutateurs.

M. H. Jouvion, secrétaire de la Société, est désigné pour remplir les fonctions de secrétaire.

M. le président expose que l'assemblée a été convoquée pour examiner l'ordre du jour qu'il rappelle, que la convocation a été faite par un avis inséré dans le *Journal des Affiches parisiennes* du 8 avril 1925 dont un exemplaire légalisé est déposé sur le bureau, puis il fait donner lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des commissaires aux comptes.

RAPPORT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Messieurs,

L'article 42 de nos Statuts stipule que le temps écoulé entre la fondation de la Société et le 31 décembre dernier constituera le premier exercice de notre Société. Nous avons donc à vous rendre compte des différents événements de notre existence sociale depuis l'Assemblée générale du 15 mars jusqu'au 31 décembre 1924. Nous venons nous acquitter de ce devoir.

Comme vous le savez, notre première Assemblée générale s'est tenue le 15 mars 1924 ; tous ceux qui nous avaient promis leur concours avaient répondu à notre appel. Vous vous féliciterez avec nous de ce résultat qui met nettement en lumière la communauté de vues qui existe entre nous.

Aussitôt les formalités de constitution terminées et nos services organisés, nous nous sommes préoccupés des rapports à établir entre notre Société et la Société française des Electriciens. Les différents entretiens que nous avons eus à ce sujet ont abouti à une entente qui se résume ainsi qu'il suit :

Digitized by Google

Dans les limites des ressources dont elle disposera, notre Société avancera à la Société française des Electriciens les sommes qui lui seront nécessaires moyennant un intérêt fixé pour le moment à 1 pour cent et une annuité permettant de reconstituer les sommes avancées ; la Société française des Electriciens se chargera de l'exécution des travaux, — dont les dispositions seront arrêtées entre elle et nous, — sous la surveillance d'une Commission exécutive comprenant à côté des représentants de l'Etat et de la Ville de Paris, un nombre égal de représentants de chaçune de nos deux Sociétés ; d'autre part une place nous sera faite dans les Conseils de l'école de manière à nous associer à son fonctionnement.

Sur tous ces points l'accord s'est réalisé facilement et la Société française des Electriciens assurée des ressources dont elle avait besoin, aidée d'autre part par la subvention que l'Etat lui a consentie, a pu acquérir à Malakoff un terrain de 16 000 mètres carrés répondant à nos desiderata.

En ce qui concerne les projets des architectes, nous pouvons dire qu'ils sont assez avancés — comme vous pouvez vous en rendre compte par les dessins exposés sous vos yeux — pour que nous puissions compter passer prochainement à l'exécution. Celle-ci sera poursuivie sous la haute direction de notre secrétaire général M. Grosselin et sous le contrôle technique des ingénieurs MM. Drouin et Duval, par les architectes sur lesquels notre choix s'est porté, MM. Raimbert et Papet et M. Appia, et qui nous donnent toutes garanties. Nous apporterons, d'ailleurs, la plus grande attention à ce que les limites de temps et de dépense fixés après mûr examen ne soient pas dépassées.

Quant aux dépenses courantes d'administration générale elles seront très réduites et seront facilement couvertes par le produit que nous tirerons de nos capitaux.

Les opérations déjà faites et que nous venons de vous indiquer sommairement n'ont pas été sans nécessiter certains mouvements de fonds, le bilan que nous vous soumettons vous fixera sur leur importance. Sur ce bilan les commissaires aux comptes vous donneront toutes indications utiles.

L'exercice se liquide sans bénéfice et sans perte.

Nous vous serions reconnaissants d'approuver les comptes tels qu'ils vous sont présentés. Nous vous demanderons ensuite de vouloir bien ratifier les nominations d'administrateurs que nous avons été amenés à faire dès la constitution de notre Société, et de donner quitus de leur gestion aux administrateurs.

Enfin nous vous prierons de désigner un ou plusieurs commissaires aux comptes pour l'exercice 1925 et fixer leur rémunération et de voter les résolutions d'usage.

Nous devons ajouter que, en vue d'augmenter les ressources dont nous disposons, nous continuons nos démarches et nous nous efforçons d'obtenir des adhésions nouvelles.

BILAN AU 31 DECEMBRE 1924

ACTIF	Fr.
Frais de constitution	83 074,15
Actionnaires	3 665 500,00
Caisse, banque et débiteur	26 558,60
S. F. E. Compte avances	1 225 468,25
	5 000 601,00

PASSIF	
Capital	5 000 000,00
S. F. E. Compte remboursement des avances....	601,00
	5 000 601,00

Digitized by Google

RAPPORT DES COMMISSAIRES AUX COMPTES

Messieurs,

Nous avons l'honneur de vous rendre compte du mandat que vous avez bien voulu nous confier lors de votre assemblée générale du 15 mars 1924.

Nous avons procédé à l'examen de votre comptabilité pour l'exercice clos le 31 décembre 1924 ainsi qu'à celui du bilan à la même date, lequel est bien conforme aux soldes portés sur vos livres.

Ce bilan s'établit comme il suit :

ACTIF :

Frais de constitution. — Les frais de constitution s'élevant à un total de francs : 89 218,10 ont été portés seulement pour une somme de francs ..... après un amortissement de francs : 6 143,95 qu'ont rendu possible les intérêts des fonds placés, déduction faite des frais généraux de l'exercice.	83 074,15
Ces frais de constitution comprennent les frais d'enregistrement, les honoraires du notaire et les dépenses diverses pour la réunion du capital.	
Votre Société ayant été fondée le 15 mars 1924, n'a pas eu, en ce qui concerne ces frais de constitution, à supporter la charge du double décime.	—
Il est à remarquer que l'amortissement proposé ne représente que 6,9 pour 100 du montant des frais de constitution et il serait désirable d'augmenter ce pourcentage dans les exercices à venir.	
Actionnaires. — Le compte actionnaires de francs ..... représente le solde non encore versé sur les actions souscrites. Il est intéressant de signaler qu'il est inférieur aux trois quarts du capital social, par suite du fait qu'un certain nombre de vos actionnaires ont fait des versements anticipés.	3 665 500,00
Caisse et banquiers. — Ce compte comporte la somme des espèces en caisse ou disponibles à vue chez vos banquiers.	26 558,60
Avances. — Le compte d'un montant de francs..... donne le total des avances faites à la Société française des Electriciens, productives d'intérêts, et qui doivent être	1 225 468,25
Total de l'actif, francs.	5 000 601,00

PASSIF :

Capital. — Montant du capital social	5 000 000,00
Remboursement des avances. — Somme versée par la Société française des Electriciens pour la reconstitution du capital avancé à cette Société	601,00
Total du passif, francs	5 0000 601,00

Tel est, Messieurs, le bilan de votre Société à la date du 31 décembre 1924. Nous ne pouvons, en vous garantissant sa sincérité, que vous engager à l'approuver.

Les commissaires : Paris, le 20 avril 1925.

Signé : GUILBERT, BRANDT.

Après ces lectures un échange d'observations a lieu entre les personnes présentes, puis les résolutions ci-après sont mises aux voix :

PREMIÈRE RÉSOLUTION

L'assemblée générale après avoir pris connaissance des comptes et du bilan de l'exercice 1924, les approuve tels qu'ils lui sont présentés.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

Digitized by Google

DEUXIÈME RÉSOLUTION

L'assemblée générale donne aux administrateurs quitus de leur gestion pour l'exercice 1924.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

TROISIÈME RÉSOLUTION

Sont ratifiées les nominations d'administrateurs ci-après :
MM. Boucherot, Brylinski, Drouin, Gauthier-Lathuille, Grosselin, P. Janet, Legouez, Picou, la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz, la Maison Bréguet, la Société amicale des Ingénieurs de l'E. S. E., la Société du Gaz de Lyon, la Société générale d'Entreprises, la Société lyonnaise des Eaux et de l'Eclairage.
Les fonctions de ces administrateurs prendront fin lors de l'assemblée générale ordinaire de 1928 qui devra renouveler le Conseil en entier.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

QUATRIÈME RÉSOLUTION

L'assemblée générale approuve l'entente intervenue entre la Société et la Société française des Electriciens pour fixer les rapports des deux Sociétés entre elles.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

CINQUIÈME RÉSOLUTION

MM. Brandt et C.-F. Guilbert sont nommés commissaires aux comptes pour l'exercice 1925.
Leur rémunération est fixée à cinq cents francs.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

SIXIÈME RÉSOLUTION

L'assemblée donne aux administrateurs les autorisations prévues par l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867 en ce qui concerne les affaires qu'ils pourraient avoir à traiter avec la Société.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 14 heures 55.

Digitized by Google

TRAVAUX DES SECTIONS[1]

SOMMAIRE

1re Section. — Discussion de la note de M. Fallou sur la rupture du court-circuit des alternateurs, p. 464. — Communication de M. Roth sur l'autoexcitation des alternateurs, p. 465.

2e Section. — Compteurs horaires d'énergie pour divers usages, p. 465. — Utilisation, pour le chauffage, de l'énergie accumulée, p. 465. — Emplois de la lumière bleue, p. 466. — Douille goliath pour lampes à deux filaments, p. 466.

4e Section. — Electrification rurale, p. 466.

5e Section. — Appareils de mesure des courants alternatifs de faible intensité, p. 470. — Méthode potentiométrique pour mesures téléphoniques, p. 472.

1re SECTION. — PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Président : M. Roth.

Séance du 3 avril 1925. — 1° *Discussion de la note de M. Fallou sur la rupture du court-circuit des alternateurs.* — Dans l'une des conclusions de sa note, M. Fallou proposait de réduire la constance de temps, souvent trop grande, des alternateurs, en plaçant dans le circuit inducteur de la machine des résistances fixes.

M. Darrieus croit préférable, pour arriver au même résultat, d'adopter pour les alternateurs des excitatrices suffisamment puissantes. Avec de telles excitatrices, la tension croîtrait très vite dès la rupture du court-circuit et jusqu'à ce que le régulateur automatique entre en action.

Toutefois, sur les machines pourvues d'amortisseurs, tous ces artifices restent sans effet.

M. Legros demande si les inductances placées entre les barres et les alternateurs sont susceptibles d'apporter une protection équivalente à celle fournie par une augmentation de la réactance intérieure des machines.

De la discussion à laquelle prennent part notamment MM. Drouin, Roth et de Pistoye, il ressort que si les deux systèmes

(1) Tout membre de la Société française des Electriciens peut, en adressant une demande au Délégué général, 14, rue de Staël, être convoqué aux séances des Sections.

Digitized by Google

sont équivalents pour la protection d'une machine contre les court-circuits extérieurs, l'augmentation de la réactance intérieure demeure le moyen le plus sûr pour la protection contre les court-circuits internes.

2° *Communication de M. Roth sur l'autoexcitation des alternateurs.* — Après avoir rappelé les considérations qui imposent les dimensions d'un alternateur et notamment celles du rotor, M. Roth, reprenant le travail de Sordina, publié dans l'*Elettrotecnica* du 15 mai 1921, montre comment une réaction d'induit trop élevée peut provoquer l'autoexcitation asynchrone de la machine.

L'apparition du phénomène est subordonnée à l'existence entre les caractéristiques de la ligne et celles de l'alternateur alimentant cette ligne de certaines relations que M. Roth a brièvement rappelées et illustrées de quelques exemples.

2e SECTION. — ÉCLAIRAGE ET CHAUFFAGE

Président : M. LEBAUPIN.

SÉANCE DU 21 AVRIL 1925. — 1° *Compteurs d'énergie pour divers usages.* — M. Sartre fait remarquer à ce sujet que les compteurs employés à Lausanne totalisent chaque jour non la consommation de la journée, mais la dépense correspondante. M. Callou ajoute que deux compteurs conjugués ou un compteur ordinaire muni d'une roue totalisatrice à changement de tarif pourraient totaliser à la fois la consommation et la dépense. M. Sartre fournit des explications supplémentaires sur les compteurs change tarif à mouvement d'horlogerie et sur les compteurs à index multiples. M. Callou signale l'intérêt que présenterait la fixation de trois tarifs différents qui permettrait d'établir un tarif spécial minimum de nuit.

2° *Utilisation pour le chauffage de l'énergie accumulée.* — M. Fourcault montre que pour pouvoir appliquer les principes de l'accumulation thermique de l'énergie, il est indispensable de réunir au préalable toute la documentation qui s'y rapporte et de poser d'une manière précise la question du change-tarif. M. Sartre souligne la difficulté qu'entraînera l'augmentation d'utilisation de la puissance souscrite dans les réseaux existants. En effet, la pointe ne représente guère que le cinquième de la puis-

Digitized by Google

sance souscrite, et les réseaux sont établis en conséquence : si l'utilisation devient intégrale, il sera nécessaire de quintupler la puissance des canalisations. Les usines de production ne peuvent envisager une réduction de tarif pour l'accumulation thermique que si cette réduction est compensée par une économie de combustible.

M. Fourcault fait remarquer que la question de l'accumulation thermique est primordiale pour les usines hydrauliques, mais qu'elle n'est qu'accessoire pour les usines thermiques. C'est sur les premières seulement qu'il y aura intérêt à faire porter l'enquête. M. Sternberg demande que l'enquête porte également sur les colonnes montantes, qui seront, en général, trop faibles pour permettre l'accumulation thermique.

M. Sartre indique que Bâle est la ville la plus avancée au point de vue de l'accumulation thermique. Il donne des explications au sujet des thermostats et des thermorégulateurs. En général, ils comprennent un tube très dilatable, à l'intérieur duquel une tige en invar fonctionne comme interrupteur suivant la température.

3° *Emplois de la lumière bleue.* — M. Callou fait porter à l'ordre du jour de la Section l'étude de ces emplois qui sont nombreux, notamment pour l'éclairage des navires en manœuvre de nuit.

4° M. Mariage présente une *douille Goliath* fabriquée par la Maison Girardin. Applicable aux lampes à deux filaments, elle présente une certaine analogie de conception avec celle que M. Lebaupin a présentée au Congrès de Genève, mais la bague filetée y est remplacée par un dispositif ingénieux de charnière.

4e SECTION. — APPAREILLAGE, CANALISATIONS, TRACTION

Président : M. Parodi.

Séance du 28 avril 1925. — 1° *Electrification rurale.* — M. Champigny, directeur de l'Union des Coopératives agricoles d'électricité de l'Oise, fait une communication à ce sujet.

Il remarque que les syndicats de communes et les sociétés d'intérêt collectif qui font des installations disposent généralement d'un capital modique ce qui les pousse à faire des économies dans

Digitized by Google

le choix des matériaux, mais une installation faite à trop bon marché risque d'entraîner une exploitation coûteuse.

Pour les postes des lignes à haute tension, il estime que dans l'établissement des artères principales, les poteaux en bois même avec pieds spéciaux sont à prohiber. Pour les dérivations ils peuvent être employés à condition d'être créosotés et non pas imprégnés au sulfate de cuivre. Les poteaux en ciment sont au contraire à recommander pour les artères principales.

L'aluminium n'est pas indiqué comme conducteur en raison de la nécessité d'établir des nombreux raccords pour les nouveaux abonnés. Le fer est critiquable en raison de la chute de tension qu'il entraîne et de la dépréciation qu'il subit ; celle-ci ne permet pas de le réutiliser en cas de remaniement. C'est donc le cuivre qu'il y a lieu d'employer, en câbles pour les lignes principales et en fils de diamètre au moins égal à 35/10 de millimètre pour les artères secondaires.

Les poteaux en bois créosotés conviennent bien pour les lignes à basse tension; ils ont l'avantage de permettre l'addition d'isolateurs correspondant aux besoins nouveaux.

Pour les postes, la cabine sur poteaux est éliminée en raison des remaniements incessants qui nécessitent l'emploi de transformateurs facilement interchangeables. Les transformateurs extérieurs coûtent cher ; il n'est possible de les utiliser sur poteaux que pour de petits hameaux consommant une faible puissance.

Les postes en maçonnerie, au contraire, s'adaptent facilement aux besoins croissants des réseaux et ils permettront de proportionner le nombre de transformateurs en service à la puissance demandée ; ils facilitent les visites des postes qui doivent être faites tous les ans.

Les cabines en pied de pylônes sont intéressantes pour de petites agglomérations et partout où l'on n'a pas à escompter de développement ultérieur.

En ce qui concerne la tension, le Congrès de Lyon de 1924 a conseillé 380 volts pour la basse tension ce qui convient pour les pays où les hameaux sont très dispersés.

Dans les réseaux à population plus dense comme ceux de l'Oise, on peut choisir 115 ou 220 volts, car cette tension permet d'effectuer plus facilement les installations sans entraîner de dépenses beaucoup plus élevées.

Digitized by Google

En ce qui concerne l'utilisation du courant, le battage consomme environ les trois quarts de la puissance nécessaire dans une ferme complètement électrifiée ; l'éclairage et le chauffage pourront se développer ; le labourage est sorti de la période des essais et avec de l'énergie à 0,50 franc le kilowatt-heure, la dépense totale pour des labours profonds est de 200 à 250 francs par hectare ; dont 50 à 60 francs d'énergie et 50 francs de main-d'œuvre. La dépense la plus importante est donc représentée par l'intérêt et l'amortissement des appareils.

Pour les installations intérieures de force motrice, on peut employer des moteurs sur brouettes, des moteurs individuels ou un moteur unique exigeant le groupement des appareils. La surveillance des installations étant rendue difficile par l'étendue des réseaux, il est nécessaire d'employer un bon matériel installé par de bons électriciens.

Il y a intérêt pour l'exploitation à grouper 20 à 30 communes en un même secteur sous l'autorité d'un chef unique qui avec 3 ou 4 hommes et une camionnette peut faire les réceptions, les branchements, les installations de moteurs, les poses de compteurs, etc...

L'utilisation, généralement faible, est difficile à améliorer. Celle de la machine à battre, de beaucoup la plus importante, est de 250 heures.

La tarification adoptée dans l'Oise est une tarification proportionnelle, dégressive pour la force motrice.

La tarification binôme est appliquée dans certains secteurs pour la basse tension.

Un nouveau mode de tarification très rationnel, consiste à ajouter une taxe fixe de puissance à la tarification proportionnelle.

Dans l'Oise, le réseau comprend 500 km, 182 postes et un abonné pour 8 habitants, avec un rendement voisin de 70 pour cent. Il y a de nombreux abonnés en haute tension pour lesquels le comptage se fait en basse tension avec un compteur horaire pour la mesure des pertes à vide. Le battage étant important, on arrive à un débit de 25 kw-h annuels par habitant et dans certaines communes où le labour est développé, à 5 kw-h annuels d'éclairage et 45 kw-h de force motrice, soit 50 kw-h de force motrice par habitant.

Les frais de premier établissement représentent environ 6 mil-

Digitized by Google

lions de francs, soit 158 francs par habitant ; actuellement ces frais atteindraient 200 francs par habitant ; l'Etat ne consent d'avances que jusqu'à concurrence de 300 francs par habitant, les intéressés devant faire face eux-mêmes à la dépense supplémentaire. Les charges du capital représentent 0,30 franc par kilowatt-heure vendu, le produit des ventes d'énergie représentant environ 25 pour cent du capital engagé.

Les frais d'exploitation, redevances à l'Etat, frais d'encaissement, se montent à 0,235 franc par kilowatt-heure vendu; il y a lieu de noter que les frais d'encaissement n'étant que de 0,028 franc par kilowatt-heure, il y a avantage à employer des compteurs ; l'agent qui opère les relevés fait en même temps les encaissements et les visites de lignes. Les frais généraux, de 0,15 franc par kilowatt-heure vendu, sont couverts par les travaux d'installation chez les abonnés.

Le total des frais par kilowatt-heure vendu est de 0,68 franc.

Les impôts sont peu élevés en raison des exemptions consenties qui représentent 0,08 à 0,09 franc par kilowatt-heure. Les frais de contrôle et de redevance sont de 0,017 franc.

Le kilowatt-heure revient aux bornes du compteur de l'abonné de 0,50 franc à 0,70 franc suivant la région, il est vendu de 1,32 franc à 1,52 franc ce qui, après déduction des charges ci-dessus laisse 0,12 à 0,13 franc par kilowatt-heure pour les fonds de renouvellement, d'amortissement et de réserves.

Il faut remarquer que l'électrification des écarts est importante malgré l'augmentation des frais de premier établissement qu'ils entraînent car c'est dans les écarts que l'on souffre le plus du manque de main-d'œuvre et que la consommation de force motrice est la plus forte.

La dépense totale pour tous les réseaux du département de l'Oise sera d'environ 30 millions de francs et une même somme est à prévoir pour les installations intérieures.

M. Monmerqué appelle l'attention sur l'importance que présente la bonne exécution des installations intérieures, laquelle dépend surtout de la compétence professionnelle des installateurs.

D'une manière générale, la question de sécurité prend, dans les distributions d'énergie électrique, une importance croissante. Depuis 5 ans, près de 150 accidents ont été signalés au Comité d'Electricité et en 1924 il a eu à examiner 75 accidents mortels, dus pour la plupart à l'imprudence des victimes. Le nombre de

Digitized by Google

ceux qui étaient dus à des fautes techniques et professionnelles n'était guère que de 15 à 20 pour cent.

En ce qui concerne le bilan économique, il considère qu'une vente annuelle de 25 kw-h par habitant constituerait un excellent résultat. Il approuve la politique suivie pour l'électrification des écarts ainsi que le choix des tarifs.

M. Daguerre remarque que, pour réduire les dépenses des poteaux créosotés, on peut supprimer les embases. Dans l'Aude et l'Hérault, des poteaux noirs sans embases sont conservés depuis plus de 20 ans. On peut les créosoter à raison de 200 kg par m³ ou encore les imprégner au chlorure de zinc.

M. Daguerre condamne le fer et l'aluminium mais il signale l'emploi possible du bimétal ; il pense que, même pour les dérivations, il y a intérêt à remplacer le conducteur de cuivre unifilaire par un câble qui n'entraînerait pas un grand surcroit de dépenses et cela, jusqu'au branchement pour lequel le nouvel arrêté technique admet un diamètre de 25/10 millimètre.

Il appuie l'avis de M. Champigny sur les postes maçonnés, estimant qu'ils sont souvent aussi avantageux que les postes sur pylônes.

Enfin, il demande si l'on est fixé sur la conservation des pièces par le procédé Shoop. M. Cardon indique qu'à la Compagnie des des Chemins de Fer de Paris à Orléans, on n'a utilisé ce procédé qu'à titre exceptionnel. Etant donné le faible nombre de pièces traitées et leur courte durée de service, il n'a pas été donné, à ce sujet, de résultats d'expériences.

M. Coquet indique que la Compagnie des Chemins de fer du Midi a eu des déboires avec des têtes de pylones traitées par ce procédé ; certaines autres pièces ont, au contraire, donné satisfaction.

A une remarque de M. de Coninck sur la concurrence possible des moteurs à huiles lourde et à gaz pauvre, M. Champigny répond qu'il n'a pas eu à s'en apercevoir.

5e SECTION. — TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Président : M. Bethenod

Séance du 6 avril 1925. — 1° *Appareils de mesure des courants alternatifs de faible intensité.* — M. Bethenod présente un appareil que M. le docteur Bruckman a mis au point au Laboratoire

Digitized by Google

de l'Institut de Delft. Il est basé sur l'échauffement produit, dans une soudure thermoélectrique, par le passage du courant alternatif à mesurer. La valeur du courant est indiquée directement par un galvanomètre sensible relié à la soudure.

Le principal inconvénient de ce genre d'instrument est l'inertie calorifique des éléments. Le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre de température est généralement très long et les mesures rapides du courant variable sont impossibles.

Pour la rapidité des mesures, le docteur Bruckman a donné aux couples un poids minimum et une surface maximum.

Le premier appareil construit a une résistance de 16 ohms et donne, pour 60 milliampères, une déviation très lisible sur un millivoltmètre à aiguille. Le fil de l'enroulement chauffant peut être surchargé à 300 milliampères. 50 couples disposés en série donnent une tension aux bornes de 3 millivolts pour un courant alternatif de 60 milliampères avec un millivoltmètre d'une résistance intérieure de 10 ohms. La résistance propre de la batterie des couples est de 18 ohms. L'enroulement alternatif est isolé des couples de manière à pouvoir subir une tension de 700 volts. M. Bethenod présente cet instrument qui est d'un emploi très pratique, notamment pour les courants de haute fréquence.

Avec un autre appareil comportant 13 éléments thermiques, la tension développée pour un courant alternatif de 1 milliampère est de 2 microvolts, la surcharge peut atteindre 100 milliampères en donnant une tension de 20 millivolts.

Les Etablissements Richard construisent des couples de ce type employés notamment pour la mesure du rayonnement solaire.

Sur le même principe, on peut réaliser un wattmètre comportant deux batteries de couples montées en opposition.

Un appareil permettant de mesurer successivement le courant, la tension et la puissance a été réalisé pour des intensités de l'ordre de 100 milliampères, le facteur de puissance pouvant être très faible sans que la précision des mesures soit réduite.

2° *Méthode potentiométrique pour mesures téléphoniques.* — M. Pagès rappelle que la comparaison des amplitudes et des phases de faibles forces électromotrices peut être effectuée par plusieurs méthodes parmi lesquelles celles de Drysdale et de Larsen.

La méthode de Drysdale consiste à opposer à la tension à

Digitized by Google

mesurer une tension variable prise aux bornes d'un potentiomètre alimenté par l'intermédiaire d'un changeur de phase.

La variation de la phase s'obtient en modifiant la position d'une bobine mobile dans un champ tournant obtenu lui-même au moyen de deux courants diphasés qui parcourent deux enroulements fixes disposés orthogonalement. Avec cette méthode il est difficile d'obtenir un champ tournant rigoureusement circulaire.

Le procédé de Larsen consiste à disposer en série un potentiomètre et un groupe de deux bobines dont on peut faire varier l'inductance mutuelle.

Lorsqu'on cherche à équilibrer des tensions faibles, l'équilibre est faussé par les courants parasites qui circulent dans l'appareil de mesure.

Pour éviter cet inconvénient, MM. Pagès et Cahen ont utilisé des lampes à 3 électrodes choisies de telle manière que le courant de plaque soit rigoureusement proportionnel à la tension de grille et que le courant de grille soit absolument négligeable.

L'erreur introduite par l'emploi des lampes est inférieure aux erreurs de lecture et à celles provenant de la nature des étalons.

M. Pagès présente le schéma perfectionné du même dispositif qui présente les avantages suivants :

1° On peut obtenir la lecture directe de la phase sur l'étalon d'inductance variable, quelle que soit la fréquence.

2° On peut toujours se placer dans les meilleures conditions pour obtenir des lectures précises sur les étalons.

3° Le circuit principal et le circuit de comparaison sont complètement séparés.

4° Les mesures et les calculs sont aussi simplifiés que possible.

Pour comparer deux courants, on passe par l'intermédiaire des chutes de tension produites dans de petites résistances de rapport connu en attaquant la grille de la lampe de mesure par l'intermédiaire d'un transformateur à grand rapport qui produit une amplification considérable.

Avec cette méthode on peut équilibrer des tensions de l'ordre

Digitized by Google

de 1/10 de millivolt et des courants de l'ordre de 10 microampères.

Parmi les mesures que l'on peut faire ainsi, M. Pagès cite le tracé du diagramme de fonctionnement des transformateurs téléphoniques, la mesure de leur rendement, le relevé des courbes d'amplification des amplificateurs, etc...

Digitized by Google

ECHOS DES SOCIETES ETRANGERES

SOMMAIRE

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal d'avril 1925 :
1° *Divers :*
a) Réunion du Comité de direction le 13 mars 1925, p. 474 ; *b*) Election du nouveau président, M. Michaël Pupin, p. 474.
2° *Sommaires des principales communications :*
a) Production et utilisation mécanique, p. 475 ; *b*) Appareillage, canalisations, p. 476 ; *c*) Télégraphie, p. 476 ; *d*) Instruments de mesure, p. 476.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS. — Journal d'avril 1925 :
1° *Divers :*
a) Nomination d'un membre d'honneur : Sir Oliver Lodge, p. 477 ;
b) Attribution de la médaille Faraday à Sir Thomson, p. 477.
2° *Sommaires des principales communications :*
a) Canalisations, p. 477 ; *b*) Méthodes de mesure, p. 478.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA. — *Elettrotecnica* d'avril 1925 :
1° *Divers :*
a) Groupe de Venise, les ondes courtes, p. 479 ; *b*) Réunion du Conseil général de l'Associazione à Florence. Hommage à Volta, p. 479.
2° *Sommaires des principales communications :*
a) Production, p. 480 ; *b*) Eclairage, p. 480 ; *c*) Appareillage, canalisations, p. 480 ; *d*) Traction, p. 481 ; *e*) Téléphonie, p. 481 ; *f*) Recherches physiques, p. 482.

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS. — Bulletin d'avril 1925 :
1° Projet de la commission des normes, huiles de transformateurs, p. 483.
2° *Sommaires des principales communications :*
a) Appareillage, p. 484 ; *b*) Méthodes de mesure, p. 484.

SOCIÉTÉ BELGE DES ELECTRICIENS. — Bulletin d'avril 1925 :
1° *Comptes rendus des séances :*
Le transformateur convertisseur Highfield, p. 484.
2° *Sommaires des principales communications :*
Les huiles pour transformateurs, p. 485.

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS
(Journal d'avril 1925)

1° DIVERS. — a) *Réunion du Comité de Direction*, le 13 mars 1925. — Conformément aux conclusions prises par sa commission d'unification, le Comité a voté l'adoption d'un rapport de sa 27e commission exposant les principes généraux d'après lesquels doivent être fixées les limites de température pour la classification des machines et des appareils électriques. Ce rapport va être publié.

b) *Election du nouveau Président.* — M. Michaël Pupin, que ses travaux sur la charge inductive artificielle des câbles téléphoni-

Digitized by Google

ques pour les transmissions à longue distance ont rendu célèbre dans le monde entier a été élu président de l'Institute pour l'exercice 1925-1926.

II. Sommaires des principales communications. — a) Production et utilisation mécanique. *Moteur synchrone à pôles saillants et à deux vitesses,* par Wiesemann, 3 000 mots, 16 figures, 5 courbes, 4 oscillogrammes. — Pour obvier au principal défaut des moteurs synchrones qui est de ne pouvoir fonctionner qu'à une seule vitesse pour une fréquence donnée d'alimentation, l'auteur a réalisé un moteur pouvant tourner à deux vitesses différentes pour une même fréquence ou à la même vitesse pour deux fréquences données. Il suffit pour cela de munir l'enroulement du stator d'un changeur de pôle et l'enroulement du rotor d'un inverseur. Un moteur ainsi construit a donné entière satisfaction et les caractéristiques relevées coïncidaient exactement avec celles qui avaient été calculées. Les dépenses d'entretien sont les mêmes que pour un moteur synchrone ordinaire tournant à la plus basse des deux vitesses.

L'article développe la théorie de ce nouveau moteur.

Application des moteurs électriques aux locomotives de mines, par Clark, 2 500 mots. — L'auteur montre pourquoi il est nécessaire de prendre en considération la vitesse de la locomotive pour choisir la puissance du moteur. Il indique une méthode rationnelle permettant de faire ce choix.

Moteurs synchrones actionnant des cylindres dans la fabrication du caoutchouc, par Drake, 2 500 mots, 5 figures, 1 oscillogramme. — L'auteur passe en revue les conditions de fonctionnement et de sécurité de marche et montre que les moteurs synchrones peuvent être utilisés pour cette application sans nécessiter d'embrayage.

Nouveau moteur à courant alternatif d'une application générale, par Weichsel, 3 100 mots, 5 figures, 15 diagrammes (communication résumée). — L'auteur montre qu'il est désirable de disposer de moteurs possédant les bonnes caractéristiques des moteurs d'induction et capables de fonctionner avec un facteur de puissance en avant. Il décrit un nouveau type qui fonctionne, dans les conditions normales, comme un moteur synchrone autoexcité. Au démarrage et en surcharge, ce moteur a les caractéristiques du moteur d'induction à secondaire enroulé. L'auteur discute les phénomènes électriques et mécaniques qui se produisent au démarrage et en surcharge. Les dimensions de ce moteur sont presque

Digitized by Google

égales à celles d'un moteur d'induction à bague de même puissance et le rendement à pleine charge est à peu près égal à celui d'un moteur d'induction correspondant. Le rendement total d'une installation, comprenant des moteurs à cage d'écureuil et des moteurs de ce nouveau type est, en général, plus élevé que celui d'une installation équivalente n'employant que des moteurs d'induction.

b) Appareillage, canalisations.

Emploi de changeurs de fréquence pour l'interconnexion de systèmes de distribution, W. Woodrow, 1 500 mots, 1 figure, 4 diagrammes. — L'auteur expose les avantages de ce système d'interconnexion, à propos d'une installation réalisée par la Brooklyn Edison Co pour faire des échanges de puissance entre son réseau à 25 périodes par seconde et son réseau à 60 périodes par seconde.

c) Télégraphie.

Système de télégraphie « polar-duplex » à retour métallique employé dans les câbles à grande distance, par Bell Shanck et Branson, 4 600 mots, 1 figure, 11 schémas, 1 courbe. — L'adoption du retour métallique se prête à l'emploi des câbles ; l'absence d'interférences extérieures permet de faire usage de valeurs basses du courant et de la tension, et de se servir des circuits téléphoniques pour les transmissions télégraphiques. On peut ainsi assurer plus facilement qu'avec le retour par la terre la communication télégraphique à plus de 1 600 km. Il y a actuellement environ 90 km de circuits de ce genre en service.

d) Instruments de mesure.

Description et caractéristiques d'un transformateur en cascade à un million de volts, de l'Institut de technologie de Californie, par Sorensen, 2 700 mots, 3 figures, 2 schémas, 8 courbes, 2 tableaux. — Cette installation a été créée quand on a abordé les travaux préliminaires des lignes à 220 000 volts, en prévision, d'ailleurs, de tensions encore supérieures. Ce laboratoire doit être utilisé, sous la direction du docteur Millikar, pour des recherches de science pure. Quatre transformateurs Westinghouse de 250 kv-A, 250 000 volts, 50 p:s, sont supportés par une charpente d'acier. L'article décrit les divers dispositifs adoptés pour la sécurité des essais et pour le montage des transformateurs qui constituent un autotransformateur à trois sections. Il indique les difficultés rencontrées pour trouver des isolateurs de support satisfaisants, diffi-

Digitized by Google

cultés qui conduisirent à adopter finalement la porcelaine. Il donne les résultats des divers essais exécutés sur les transformateurs.

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal d'avril 1925)

I. DIVERS. — a) *Nomination d'un membre d'honneur.* — A la réunion du 6 novembre 1924, le Président fit part de la nomination comme membre d'honneur de Sir Oliver Lodge.

b) *Attribution de la médaille Faraday.* — A la réunion du 22 janvier, il annonça l'attribution de la médaille à Sir Joseph John Thomson.

II. SOMMAIRE DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — *a*) Canalisations.

Réseaux de distribution à courant continu à trois fils, par H.-W. Taylor, 9 500 mots, 7 figures, 6 tableaux. — L'auteur discute l'emploi, dans les réseaux à trois fils pour courant continu, des câbles à un conducteur et à trois conducteurs tordus ou concentriques, ainsi que les méthodes de pose : en conduite, directement en terre, ou en massif de maçonnerie. Il entreprend de démontrer que le meilleur système est celui des câbles à un seul conducteur sous plomb posés en conduite. Si le terrain est sain et exempt de causes d'électrolyse, on peut aussi poser directement en terre les câbles à un conducteur sous armure. En cas de manque de place, on peut employer des câbles à trois conducteurs tordus pour les sections de 300 mm² et au-dessus. Au delà il est nécessaire d'adopter les câbles à conducteurs concentriques.

Pour les branchements, le meilleur système consiste à poser directement en terre trois câbles à un conducteur armés de rubans de fer. Lorsqu'il existe des causes d'électrolyse, il est préférable de tirer chacun des câbles, sous plomb et sans armure, dans un caniveau de poterie recouvert de tuiles.

Lorsque le feeder est à trois conducteurs tordus, ou triconcentriques, il y a avantage à employer des câbles de branchement à 3 conducteurs tordus.

L'auteur décrit enfin l'installation à neutre bouclé qui a pour objet de faciliter la localisation des défauts sur les petites dérivations en câbles triconcentriques isolés au bitume vulcanisé.

Emploi des câbles armés à un conducteur pour la transmission des courants alternatifs, par Harvey et Busby, 4 500 mots, 7 figu-

Digitized by Google

res, 8 tableaux. — Cette communication complète celle de M. Cramp et de Miss Calderwood sur les pertes dans les câbles sous armure magnétique. Elle donne des chiffres expérimentaux de pertes dans les câbles sous caoutchouc placés en tube de fer ou armés d'acier. La conclusion de cette étude est que les pertes par induction sont considérables dans les tubes, relativement très faibles dans les armures en fils d'acier et que la distance entre les deux câbles constituant un même circuit a peu d'influence sur les pertes. Si les armures sont reliées entre elles, le courant qui les traverse est trop faible pour produire d'échauffement appréciable.

Emploi des câbles à un conducteur sous plomb et armés pour les courants alternatifs, par Cramp, 3 400 mots, 4 tableaux, 1 figure. — Ce travail fait suite à celui par lequel le professeur Cramp et Miss Calderwood ont montré que, si deux câbles sous plomb nu constituant un circuit en courant alternatif étaient suffisamment rapprochés, les courants de Foucault développés dans les enveloppes aux fréquences normales étaient sans inconvénient. Le travail actuel porte sur les câbles sous plomb armés. Les réactances et les pertes sont calculées théoriquement et rapprochées des chiffres trouvés par Harvey et Busby.

Les conclusions en sont les suivantes : 1° Il est possible de déterminer approximativement le flux dans l'armure, la résistance due à ce flux, l'hystérésis et les courants de Foucault ; 2° Il est pratiquement impossible d'employer pour une transmission à basse tension, des câbles à armure constituée comme on le fait actuellement ; 3° Ces câbles sont au contraire utilisables pour les très hautes tensions ; toutefois, lorsque leur longueur est grande, le courant de capacité devient considérable.

b) Méthodes de mesure.

Nouvelle méthode de mesure des résistances en haute fréquence, par Mallet et M. Blumlein, 8 000 mots, 3 tableaux, 25 figures. — La méthode proposée consiste à mesurer la résistance d'un circuit oscillatoire en résonance avec une bobine couplée magnétiquement. Le rapport de l'impédance que prend la bobine ainsi couplée à celle qu'elle a sans couplage est mesurée en divers points de part et d'autre du point de résonance, le déplacement étant obtenu par des variations de la fréquence. On trace ainsi la courbe des valeurs du rapport des impédances en fonction de la fréquence

Digitized by Google

et on en déduit, par une construction graphique basée sur l'emploi d'un diagramme circulaire la résistance cherchée.

On peut encore, à l'aide d'un condensateur variable introduit dans le circuit oscillant, faire varier la fréquence de ce dernier et obtenir le rapport d'impédance pour une fréquence donnée d'alimentation. On peut ainsi exécuter des mesures exactes de longueurs d'onde. Les auteurs indiquent un certain nombre de valeurs que leur méthode leur a données.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

(« Elettrotecnica » d'avril 1925)

I. DIVERS. — a) *Groupe de Venise.* — Séance du 20 mars 1925. — *Radiocommunication par ondes courtes,* par del Nunzio. — Le conférencier a rappelé comment la radiotransmission, d'abord orientée vers les ondes longues, fut ramenée aux ondes courtes par les amateurs. On put ainsi constater les nombreux avantages de ces dernières qui donnent la possibilité de rayonner, à intensité égale, une puissance très supérieure; qui réduisent la zone de brouillage en radiotéléphonie; facilitent la concentration de l'onde dans une direction déterminée. Le conférencier passa ensuite en revue les divers problèmes soulevés par la technique des ondes courtes, notamment par leur propagation et les hypothèses telles que celle du plafond conducteur d'Heaviside et de la pression de radiation d'Arrhénius, hypothèses dont aucune n'est pleinement satisfaisante.

Il termina par les expériences classiques sur la propagation des ondes courtes (1).

b) *Réunion du Conseil général de l'Associazione elettrotecnica italiana, le 5 avril* 1925, *à Florence.* — Hommage à Volta. — Un Comité national exécutif a entrepris la publication des œuvres complètes de Volta et l'organisation à Come, en 1927, d'une exposition de télégraphie et de téléphonie par fils et par ondes. Le Conseil de l'Associazione a approuvé la proposition faite par son Président, M. le professeur Sartori, d'offrir aux principales associations électrotechniques étrangères un extrait d'environ 400 pages de cette publication, extrait qui contiendra les œuvres du Maître susceptibles d'intéresser particulièrement les électriciens. Ce

(1) N. D. L. R. — Voir au *Bulletin de la Société française des Electriciens,* août-septembre-octobre 1924, p. 833, la communication de M. MESNY.

Digitized by Google

volume sera, en outre, remis à tous les étrangers qui participeront à la réunion en l'honneur de Volta. Pour couvrir les frais, qui atteindront de 30 000 à 40 000 lires, une souscription libre sera ouverte parmi les membres.

II. Sommaires des principales communications. — *a*) Production.

Les surcourants (1) *dans les machines électriques,* par dalla Verde, 8 000 mots, 10 figures, 7 diagrammes. — L'auteur rappelle le principe tiré des conceptions de Doherty sur la constante des liaisons magnétiques ΦN dans un circuit fermé de N spires sans résistance ohmique embrassant un circuit magnétique Φ. Il l'applique à l'étude des courts-circuits dans les transformateurs et dans les alternateurs monophasés, en donnant dans chaque cas un exemple numérique et des diagrammes.

L'auteur étudie les courts-circuits dans les alternateurs polyphasés, donne un exemple numérique, puis passe aux moteurs polyphasés à induction et il termine par les phénomènes mécaniques qui accompagnent les courts-circuits.

b) Eclairage.

Eclairage et signalisation des côtes et des ports, par Luria (communication à la réunion annuelle de Spezia en septembre 1924), 16 600 mots, 33 figures. — L'auteur passe en revue les modes actuels de construction des phares, leur portée, les systèmes optiques, les mécanismes produisant la rotation et l'intermittence, les feux à gaz, les bouées, les bateaux-phares, puis les sources lumineuses employées, lampes à vapeur de pétrole, à acétylène, arcs, lampes à incandescence. Il parle, en terminant, des feux de port et des laboratoires spéciaux de photométrie.

c) Appareillage, canalisations.

Transformateurs à trois enroulements, par Incontri, 4 200 mots, 4 diagrammes. — L'auteur rappelle d'abord que l'adoption de ce type de transformateur est due principalement à des motifs économiques. Pour alimenter les réacteurs rotatifs placés à l'extrémité des longues lignes de transmission, le nouveau transformateur remplace le transformateur abaisseur ordinaire. En admettant que le facteur de puissance du secondaire ait sa valeur habituelle de 0,7 et que le réacteur rotatif tourne constamment, on

(1) N. D. L. R. — L'expression « intensité », étant maintenant remplacée par celle de « courant » il paraît logique d'employer « surcourant » au lieu de « surintensité » comme le font les Italiens (sovracorrente).

Digitized by Google

démontre que l'enroulement primaire peut être prévu pour une tension inférieure à la normale, tant que la puissance apparente reste inférieure au double de la composante réactive de l'énergie à l'arrivée. L'auteur traite ensuite par le calcul appuyé d'exemples numériques, les trois problèmes suivants, qui se posent dans l'établissement des projets de ces transformateurs : *a*) réglage de la tension dans les trois circuits ; *b*) distribution de la charge entre transformateurs à deux et trois enroulements fonctionnant en parallèle ; *c*) valeurs de l'impédance à introduire dans le calcul des courts-circuits entre phases et entre phase et neutre.

Commandes à distance et stations hydroélectriques automatiques, 4 700 mots, 6 figures, par Anau. — L'auteur rappelle comment le problème s'est posé au point de vue économique, mais ajoute qu'il faut tenir compte des complications et par suite des causes de dérangement que sa solution entraîne. Il passe en revue successivement les dispositifs de commande à distance des stations hydrauliques à alternateurs synchrones, puis les installations entièrement automatiques et termine par les Stations à alternateurs asynchrones.

Isolateurs et relais, par Passerini, 3 200 mots, 8 figures. — L'auteur examine les derniers perfectionnements apportés à la forme et au scellement des isolateurs et termine par quelques considérations sur les essais de réception. Il insiste pour que l'épreuve par choc accompagne toujours les essais ordinaires. D'après un exemple qu'il donne, ceux-ci sont insuffisants pour déceler tous les points faibles. En terminant, il signale l'article de M. P. Bunet dans la *Revue générale de l'Electricité* du 3 décembre 1924.

d) Traction.

La traction électrique en Italie, par Taiani (communication à la World Power Conference, juillet 1924), 1 750 mots. — L'auteur fait l'historique de la traction électrique en Italie et discute les avantages et inconvénients des courants, continu, monophasé et triphasé, sans conclure à la supériorité absolue de l'un sur les autres. Il termine en donnant quelques chiffres de consommation d'énergie dans la traction des trains et dans celle des tramways.

e) Téléphonie.

Les téléphones au service des lignes de transmission d'énergie électrique, par Passerini, 1 450 mots, 4 schémas. — L'auteur expose les dispositifs anti-inductifs les plus généralement employés pour

Digitized by Google

la protection des lignes téléphoniques placées à proximité des lignes de transmission d'énergie électrique. Il analyse ensuite ce qui se passe au cas où une terre se produit sur la ligne téléphonique et il montre que la perturbation est beaucoup plus marquée quand la ligne est munie de dispositifs anti-inductifs. Il termine en exposant les formules de localisation des défauts.

f) Recherches physiques.

Propriétés d'un conducteur rectiligne de longueur égale à l'unité, par le professeur Lombardi, 1 150 mots. — L'auteur examine la dernière note de K. Hering, parue dans le Journal du Franklin Institute de février 1925. Dans ce travail, K. Hering revient sur l'idée que l'élément fondamental dans l'étude des actions électrodynamiques est l'unité de longueur d'un conducteur rectiligne. Admettant que l'énergie électromagnétique correspondante a son siège en partie dans le conducteur même, il pense qu'elle doit se manifester par une pression sur la matière conductrice, analogue à celle exercée sur la terre par l'atmosphère. Il l'évalue en se servant des actions électrodynamiques réciproques des filets de courant suivant la formule de Northrup et trouve, par intégration, la formule $\frac{i^2}{2}$ pour la mesure absolue de l'énergie potentielle inhérente au conducteur rectiligne de longueur unité, parcouru par le courant i. D'autre part, l'évaluation du travail de la pression interne de polarisation par application de la pression de Maxwell, conduit à l'expression $\frac{i^2}{4}$, moitié de la précédente.

Il explique cette anomalie en attribuant dans tous les cas au travail externe de polarisation la même grandeur qu'au travail interne, alors que l'on sait, fait remarquer M. Lombardi, que toute portion de l'espace où se manifeste un champ magnétique est le siège d'une quantité d'énergie que les formules de Maxwell permettent de calculer exactement et qui peut varier suivant la forme des circuits électriques. M. Lombardi ajoute que pour évaluer le travail externe de polarisation, il faut connaître en chaque point l'intensité du champ, qui est fonction de la longueur totale du circuit; l'abstraction de Hering, qui suppose tout autre élément porté à une distance infinie, constitue une fiction physiquement irréalisable et dépourvue de toute valeur pour les fins qu'il se propose. Il considère aussi comme sans fondement les critiques que Hering fait au raisonnement classique, en prétextant que

Digitized by Google

telles expressions différentielles, déduites de la considération des actions à distance finie peuvent, quand on les intègre entre des limites infinies, conduire à des résultats mal déterminés. L'infini est une pure conception mathématique, et seules les limites finies sont accessibles à nos vérifications expérimentales. M. Lombardi conclut de ces exemples et d'autres encore que la tentative faite par Hering de réformer l'électrodynamique classique manque de bases sérieuses. La dernière partie de l'article de M. Lombardi est consacrée à discuter l'article que notre collègue M. Liénard a fait paraître dans la *Revue générale de l'Electricité* des 22 et 29 novembre 1924, après en avoir donné la primeur à notre 6e Section.

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin d'avril 1925)

Huiles pour transformateurs. — Projet de normalisation. Conditions de livraison et spécifications techniques établies par la Commission des normes de l'Association suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales suisses et qui devront être soumises à la prochaine assemblée générale. Dans une introduction comprenant 16 figures et environ 15 000 mots, M. Stager présente une étude très documentée de la composition des huiles minérales, de leurs gisements, de leurs emplois. Puis, il indique les qualités que devrait posséder une bonne huile pour transformateurs, celles que présentent les huiles pratiquement employées ; il critique les conditions imposées dans les divers pays et, en particulier, les règles de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Il montre que la température de 150° C admise par celles-ci pour l'essai à chaud ne produit pas les mêmes résultats que celle atteinte dans le transformateur au cours de l'exploitation et qu'elles ne mentionnent pas l'acidité dont l'importance est très grande pour le maintien des qualités mécaniques du coton. La méthode suisse, au contraire, est appliquée à 115° C, en présence du cuivre considéré comme catalyseur, et elle comporte la mesure de la résistance mécanique du coton immergé. Des exemples concrets justifient les stipulations ainsi adoptées. L'auteur signale l'influence du plomb sur la formation des dépôts dans les transformateurs et les inconvénients découlant du mélange d'huiles de qualités diverses. Cette introduction est complétée par une note de la station d'essai des matériaux de l'Association suisse sur la rigi-

Digitized by Google

dité diélectrique des huiles, laquelle varie surtout en raison de l'humidité et des particules solides en suspension et sur les propriétés des huiles employées dans les interrupteurs, avec une étude assez poussée sur les conditions dans lesquelles une explosion peut se produire.

Le projet de conditions de livraison et spécifications techniques des huiles qui vient ensuite, spécifie d'abord pour les huiles de transformateurs, puis pour celles d'interrupteurs, les dispositions générales pour la prise des échantillons, en énumère les essais (teneur en impuretés, coefficient de viscosité, consistance aux basses températures, point d'éclair, rigidité, teneur en combinaisons chimiques, propriétés à haute température). Il décrit enfin les méthodes à suivre pour ces différents essais. Des figures représentent les appareils adoptés.

II. SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — *a*) Appareillage.

Progrès dans la purification des huiles isolantes, par Boller, d'Oerlikon, 1 800 mots, 1 courbe, 1 tableau. — L'auteur donne les résultats d'essais comparatifs exécutés sur des échantillons d'huile clarifiés, soit à la machine centrifuge, soit à la presse à filtrer et il en décrit les méthodes en partie nouvelles. Il conclut que l'emploi de la force centrifuge apporte un sérieux perfectionnement aux procédés de purification des huiles.

b) Méthodes de mesure.

Mesure pratique de la rigidité diélectrique des huiles de transformateurs par variation de la distance explosive, par Wellauer, d'Oerlikon, 3 300 mots, 2 figures d'appareils, 12 courbes. — L'auteur expose la méthode employée aux Ateliers d'Oerlikon pour mesurer la rigidité diélectrique des huiles et il indique une méthode de détermination des distances disruptives à l'aide de distances explosives différentes.

SOCIETÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin d'avril 1925)

I. *Comptes rendus des séances.* — Séance du 6 décembre 1924. Présidence de M. Umé. — *Transformateur convertisseur à haute tension Highfield-Calverley.* — Mlle l'ingénieur Massart fait une communication sur cet appareil qui a été très remarqué à l'exposition de Wembley en 1924 et qui permettra de réaliser aisé-

Digitized by Google

ment les transports d'énergie en courant continu que préconisait notre regretté ancien Président, M. Maurice Leblanc (1).

II. SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — *Les huiles pour transformateurs*, deuxième partie (suite), par Mathis, 8 000 mots, 1 graphique, 5 tableaux, 4 courbes. — *Viscosité*. — L'auteur remarque que l'on impose un chiffre de viscosité à une température donnée pour que l'huile assure la convection en cours d'exploitation. Or la température normale dans ce cas est de l'ordre de 85° à 90° C. Il semble donc que l'on doive renoncer à prescrire des valeurs de viscosité à 20° ou à 100° C et qu'il y aurait lieu de demander à la Commission électrotechnique internationale d'obtenir l'accord sur les viscosités Engler de 2,5 et 1,5 degrés aux températures respectives de 50° C et de 75° C. La viscosité Engler diffère d'ailleurs de 10 pour 100 en moyenne de la viscosité absolue à toute température. Un graphique établi par The Texas Petroleum Co permet de ramener à l'une quelconque des échelles viscosimétriques en usage les mesures faites sur une autre échelle et, aussi, de déduire de la viscosité trouvée avec l'un quelconque des appareils, la valeur de la viscosité absolue, pourvu que l'on connaisse la densité de l'huile à la température de l'essai. L'auteur donne des tableaux de conversion entre les indices des divers systèmes et il indique les précautions, fort minutieuses, qu'imposent l'étalonnage et l'emploi des appareils Engler.

Points d'inflammabilité et de combustibilité. — L'auteur préfère l'essai en vase clos, qui permet, mieux que l'essai en vase ouvert, de déceler l'addition d'hydrocarbures volatils en vue d'abaisser la viscosité. Il recommande donc l'emploi des appareils tels que ceux de Pensky-Martens et de Luchaire pour les essais d'inflammabilité et de combustibilité. Il décrit l'appareil américain Cleveland à vase ouvert. A son avis, la spécification des points d'inflammabilité et de combustibilité n'est pas indispensable et pourrait être suppléée par celle de la volatilité si l'on adoptait une méthode standardisée. Il conseille d'adopter, si on maintient la spécification d'inflammabilité, la température de 145° en vase clos. Il rappelle les dimensions et prescriptions imposées par l'American Society for Testing Materials pour l'appa-

(1) N. D. L. R. — M. Highfield a bien voulu promettre de venir exposer lui-même à la Société française des Electriciens, au début de 1926, le principe de son appareil.

Digitized by Google

reil Pensky-Martens. Il remarque enfin que les huiles de forte volatilité ont une rigidité faible.

Volatilité. — Il indique les diverses conditions qui interviennent dans la mesure de cette propriété, définie par la perte à l'évaporation, décrit les deux types d'appareils employés pour le chauffage de l'huile et reproduit les spécifications imposées dans les divers pays pour la volatilité ; il signale enfin l'influence exercée sur le résultat par diverses conditions extérieures (rentrées d'air, température, position occupée dans l'étuve par les récipients).

Digitized by Google

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ [1]

Electrochimie. Piles. Accumulateurs.

Piles primaires et accumulateurs, par Charles Féry, docteur ès-sciences, professeur à l'Ecole de physique et de chimie industrielles de Paris, membre de la Commission supérieure des Inventions ; Charles Chéneveau, docteur ès-sciences, ingénieur E. P. C. I., professeur à l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris, chef de travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Paris, et Gaston Paillard, licencié ès-sciences, ingénieur-conseil, ancien ingénieur des Sociétés « Accumulateurs électriques Dinin » et « Piles électriques Hydra ». Un vol. broché 23 cm×16 cm, de 684 pages, avec 292 figures. (Paru dans l' « Encyclopédie d'Electricité industrielle », publiée sous la direction de M. A. Blondel). — Paris, Librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, 1925. (Don des éditeurs).

Appareillage. Canalisations.

Les grandes questions à l'ordre du jour. — L'Electrification industrielle et rurale de la France, par E. Pacoret, ingénieur civil. Publié sous le patronage de M. le Ministre des Travaux publics. Préface de M. Victor Boret, député, ancien ministre. Un vol. broché 24 cm×16 cm, de 472 pages, avec figures et cartes dans le texte et 5 planches hors texte. — Paris, édité par la « Vie technique, industrielle, agricole et coloniale », 14, rue Séguier, 1925. (Don de l'éditeur).

Traction électrique.

La détermination du service maximum qu'on peut demander à un moteur de traction électrique à courant continu, par M. Péridier, directeur des Etudes et du Contrôle technique à la Société des Transports en commun de la Région parisienne. Une brochure 32 cm×24,5 cm, de 10 pages, avec 10 figures. — Extrait du n° de février de « L'Industrie des voies ferrées et des transports automobiles », 29, rue de Mogador, Paris. (Don de l'auteur).

Télégraphie et Téléphonie.

Les ondes radioélectriques. Nature, propriétés, analogies. Notions très pratiques à la portée de tous, par Michel Adam, ingénieur E. S. E., rédacteur en chef de « Radioélectricité ». Préface de M. Paul Janet, directeur du Laboratoire central et de l'Ecole supérieure d'Electricité. Un vol. broché 19 cm×12 cm, de 154 pages, avec 80 figures. — Paris, 63, rue Beaubourg, Bibliothèque de « Radioélectricité », 1925. (Don de l'auteur).

Recherches physiques.

La genèse des Atomes. Les éléments constitutifs des atomes déterminés par détecteurs d'ondes et par étalons vibratoires gradués, par Henri Mager. Une brochure 21,5 cm×13,5 cm, de 32 pages, avec 2 figures. — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1925. (Don de l'auteur).

---

(1) Ces ouvrages peuvent être consultés à la Bibliothèque, 14, rue de Staël, de 14 à 17 h, tous les jours, sauf le dimanche.

Digitized by Google

Tables annuelles de Constantes et Données numériques de Chimie, et de Physique et de Technologie, publiées sous le patronage de l'Union de Chimie pure et appliquée, par M. Ch. MARIE, docteur ès-sciences, secrétaire général. — *Volume V.* Années 1917-1918-1919-1920-1921-1922. *Première partie.* Un vol. broché 29 cm×23 cm, de XLI-804 pages, avec figures hors texte. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (Don de M. Ch. Marie).

CONGRÈS. SYNDICATS. COMMÉMORATIONS. ANNUAIRES. ENSEIGNEMENT.

L'industrie électrique française à la 16e Foire de Paris (10-25, mai 1925).— Un vol. broché 27 cm×21 cm, de 144 pages, avec nombreuses figures. — Edité par le Groupe de l'Electricité, Syndicat professionnel des Industries électriques, 9, rue d'Edimbourg, Paris, 1924. (Don du Groupe de l'Electricité).

The Centennial Celebration of Rensselaer Polytecnic Institute, Troy, New-York, october 3 rd and 4 th, 1924. — Un volume relié 23 cm×15 cm, de 192 pages, avec photographies hors texte. — Troy, New-York, Published by the Board of Trustees, 1925. (Don des éditeurs).

Pour l'électricien. Formules, recettes, procédés, tours de main et « trucs » divers pour construction, réparation et entretien des appareils et installations, par J. DE THELLESME, ingénieur civil. Un vol. broché 19 cm×12 cm, de VIII-284 pages, avec 116 figures. — Paris, Dunod, 1925. (Don de l'éditeur).

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS

(PUBLICATION SUBVENTIONNÉE PAR LA CONFÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES FRANÇAISE A L'AIDE DES FONDS ALLOUÉS PAR LE PARLEMENT)

PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ELECTRICITÉ

Prospection hydraulique. Quelques notes sur la prospection hydraulique, avec des exemples pris dans le département des Hautes-Pyrénées, par P. BASIAUX. — Une brochure 25 cm×16 cm, de 23 pages, avec 6 figures, 4 photographies et une carte hors texte en 3 couleurs. — Toulouse, Editions de « l'Onde », 1925.

L'ouvrage de M. Basiaux ne peut pas être considéré comme une étude technique, elle s'adresse beaucoup plus aux touristes qu'aux hydrauliciens.

Les aménagements préconisés par l'auteur sont pratiquement inexécutables — pour plusieurs raisons :

1° Il supprime simplement les usines existantes ;

2° Ses prix de revient de la puissance installée sont calculés sur les bases de puissances beaucoup trop élevées ;

3° Il capte les eaux à leur source et réduit de ce fait les bassins versants utilisés à leur minimum. C'est ainsi que M. Basiaux arrive au moyen de longues dérivations à des hauteurs de chute considérables.

A titre d'exemple sur le mode de calcul des puissances par M. Basiaux, nous pouvons donner les chiffres suivants :

Les 200 000 ch dont parle l'auteur sont obtenus en comptant sur un débit moyen correspondant (pour tout le bassin versant considéré) à :

50 l : s par kilomètre carré à 1 000 m d'altitude; 65 l : s par kilomètre carré à 2 000 m d'altitude, et plus de 80 l : s par kilomètre carré dans la région des lacs.

Or, en réalité, on peut compter dans cette région sur une hauteur annuelle de pluie de 1 300 mm, et, en admettant un coefficient de ruissellement de 0,7, nous arrivons à un débit moyen utilisable de 29 l : s par kilomètre carré, soit moins de la moitié de ce qu'admet M. Basiaux dans ses calculs.

Cette question rend ces prospections hydrauliques complètement illusoires, et à elle seule, dans le cas envisagé, elle doublerait le prix de l'énergie avancé par l'auteur.

Cette région des Hautes-Pyrénées est certainement très intéressante au point de vue de ses sources hydrauliques, mais M. Basiaux a complètement négligé la question primordiale des débits disponibles en ne visant qu'à atteindre des hauteurs de chute formidables.

ECLAIRAGE.

Deux nouvelles lampes de vapeur de mercure, par H. GEORGE. Une brochure 24 cm× 15,5 cm, de 15 pages, 7 figures, 1 planche hors texte. — Extrait de la *Revue d'Optique théorique et instrumentale,* 1925. (Don de l'auteur).

L'auteur décrit deux nouvelles lampes qu'il a réalisées, l'une à courant alternatif à haute fréquence, consommant 400 w, et destinée aux applications optiques et médicales ; l'autre à atmosphère d'argon à la pression correspondant à 50 cm de mercure, à courant continu et à allumage automatique.

Il montre, par des courbes relevées expérimentalement que, à égalité de rayonnement ultra-violet, la dépense d'énergie est 1,66 fois plus grande dans les brûleurs classiques que dans les lampes à atmosphère gazeuse. Le rayonnement com-

Digitized by Google

prend des raies larges et intenses avec un spectre continu important. La lampe à haute fréquence fournit une émission intéressante dans l'ultra-violet extrême. En terminant, l'auteur donne des indications sur le choix à faire entre les types de lampes suivant les applications qu'on envisage.

TÉLÉGRAPHIE.

Le système de télégraphie Baudot et ses applications, par P. MERCY, inspecteur des Télégraphes. Un vol. de 586 pages, 236 figures. — Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte, 1925.

En présentant la troisième édition de l'excellent ouvrage de M. Mercy sur l'appareil télégraphique Baudot, il n'est pas inutile de rappeler que l'emploi du Baudot n'a pas cessé de se développer ; non seulement en France, mais dans la plupart des pays du monde, même dans ceux que leur tradition semblait attacher à l'utilisation d'autres appareils. L'ouvrage de M. Mercy comprend la description très complète des installations Baudot, lesquelles sont d'une extrême variété (doubles, triples, quadruples, etc...) et d'une extrême souplesse (échelonnées, translations tournantes, translations par transmetteurs, etc...). Il traite également de l'adaptation du Baudot à l'exploitation des lignes sous-marines entre la France et l'Afrique du Nord, avec le duplexage des communications. Enfin, l'auteur, bien au courant des derniers perfectionnements apportés à l'appareil, consacre un nouveau et important chapitre à l'adaptation du Baudot à la transmission par bandes perforées, à la commande du distributeur Baudot par moteur phonique et à la commande des traducteurs Baudot par alterno-moteur synchrone.

RECHERCHES PHYSIQUES.

La question préalable contre les théories d'Einstein. par H. BOUASSE. Une brochure 17 cm×11 cm, de 28 pages. — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, 1923.

Ce petit ouvrage n'est autre que la reproduction d'un article de M. Bouasse paru dans la revue « Scientia » en janvier 1923.

L'éminent professeur se montre fort dur pour les théories de la physique nouvelle. La vieille théorie de l'éther de Fresnel a permis d'expliquer des milliers de phénomènes, d'en prévoir de nouveaux. Faut-il l'abandonner pour une nouvelle théorie qui n'a pour but que d'expliquer quelques petits phénomènes de second ordre. Évidemment non, déclare M. Bouasse qui, avec sa verve habituelle s'élève contre le battage — le mot est de l'auteur — fait dans un monde extra-scientifique par les partisans de la nouvelle mécanique.

Les hallucinations des Einsteiniens ou les erreurs de méthode chez les physiciens mathématiciens, par Christian CORNELISSEN. Un vol. 19 cm×12 cm, de XIII-86 pages. — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, 1923.

L'auteur discute, à un point de vue plutôt philosophique que mathématique, les théories de la relativité. Il combat fortement ces théories et accuse leurs défenseurs d'un manque de méthode absolu. Il leur reproche en particulier de manquer de prudence dans leurs généralisations. Il estime qu'il ne faut pas laisser la voie libre à l'imagination des physiciens-mathématiciens qui risquent de conduire la science à des erreurs et à des désillusions.

MÉTHODES ET APPAREILS DE MESURE.

The National physical Laboratory. Rapport sur l'exercice 1924. Un volume 27 cm×20 cm, de 221 pages. — Londres, His Majesty's Stationery Office.

Ce volume contient, entre autres documents, le rapport annuel du Comité exécutif et le programme des travaux pour l'exercice 1925-1926, la statistique des essais exécutés, le rapport du directeur. Nous relevons dans le programme, parmi les questions électriques, qui seront à l'étude, les suivantes :

Réalisation de l'Ohm international au moyen des étalons au mercure, calibrage à nouveau des bobines de résistance d'après les étalons ainsi obtenus ; comparaisons avec l'unité C. G. S. à l'aide de la machine de Lorenez; vérification des valeurs

Digitized by Google

du volt international et de la tension de l'étalon Weston par des mesures dynamométriques.

En utilisant des oscillateurs à harmoniques résonants, on espère obtenir un étalon absolu de fréquence au-dessus de la limite supérieure actuelle du multivibrateur étalon (2 millions de périodes par seconde). Il serait possible d'atteindre ainsi environ 40 millions de périodes par seconde avec une exactitude d'au moins un dix-millième. Il sera procédé à de nouvelles mesures des fréquences employées par diverses stations, en vue d'établir une comparaison internationale des étalons. On échangera avec les nations étrangères des résonateurs de quartz pour comparer les étalons dans la région des fréquences supérieures à 100 millions de périodes par seconde. On cherchera à se rendre compte des petites pertes résiduelles dans les circuits oscillants, pertes qui ne rentrent pas dans celles jusqu'ici connues ou mesurées.

En ce qui concerne les diélectriques, on cherchera à mesurer la polarisation sous tension constante et à savoir jusqu'à quel point elle est réversible ; on mesurera la capacité effective et les pertes de puissance en courant alternatif. Des mesures effectuées dans des conditions bien définies permettront, espère-t-on, d'obtenir des renseignements intéressants sur les isolants à employer de préférence pour les appareils étalons travaillant dans des conditions définies, par exemple pour les appareils électrostatiques de toutes sortes, y compris les condensateurs à air.

Le Laboratoire publiera les résultats de ses longues recherches sur les pertes magnétiques totales dans les tôles. Il espère publier un travail sur l'essai des aimants permanents, en particulier de ceux en fer à cheval employés dans les magnétos.

En radiogoniométrie on procédera au classement des observations très nombreuses recueillies sur les variations de portée, et de nouvelles expériences seront faites pour en déterminer les causes. On continuera les recherches expérimentales sur la détermination des fronts d'onde provenant de stations lointaines et sur l'orientation à donner aux récepteurs.

On continuera les observations sur l'intensité des signaux reçus dans quatre stations de Grande-Bretagne munies de galvanomètres à corde, ce qui permettra de faire des observations plus continues.

On développera les appareils d'émission et de réception d'ondes courtes, jusqu'à 25 m pour étudier leurs propriétés.

En électrotechnique, on comparera diverses méthodes permettant la mesure de puissances de l'ordre du watt à plusieurs milliers de volts et à des facteurs de puissances de l'ordre de 1 pour cent, en vue de l'étude des isolants.

On entreprendra des études sur les résistances liquides, que les Américains emploient beaucoup parce qu'elles ne présentent pas de réactance, mais qui ont l'inconvénient de varier avec la température.

Des recherches seront poursuivies sur l'effet de bouclier des écrous de fer placés autour des instruments magnétiques dans des champs intenses.

En photométrie, on pense effectuer des comparaisons d'étalons avec ceux de France, d'Amérique et d'Allemagne.

On va commencer l'étude des filtres et de la méthode de scintillation pour la photométrie hétérochrome ; celle du corps noir en vue de l'établissement d'un étalon primaire de lumière ; on continuera celle des lampes à milieu gazeux comme étalons secondaires. On espère que le photomètre sphérique de 3 m sera prêt au début de 1925. On continuera activement l'élaboration des méthodes photoélectriques de photométrie. On poursuivra l'étude de l'éclairement naturel dans les locaux de grandeur et de formes diverses ; la détermination du minimum d'éclairage naturel, la mesure des propriétés absorbantes et diffusantes des matériaux translucides ; la détermination du meilleur éclairage dans des cas particuliers, la mesure de l'intensité lumineuse du ciel.

La statistique comparée des essais qui ont été demandés au Laboratoire, montre que dans le domaine de l'électrotechnique, l'étalonnage des appareils de mesure et accessoires, voltmètres, ampèremètres, shunts est en notable décroissance sur 1923, mais étant donné que le nombre des autres essais a augmenté, le total de 1924 atteint 2 981 contre 1 975 en 1923.

Le rapport du directeur donne des renseignements sur les méthodes employées, complétés par des descriptions et des photographies qui constituent une source particulièrement précieuse de documents.

Digitized by Google

MÉTÉOROLOGIE. PHYSIQUE DU GLOBE.

L'Électricité atmosphèrique. 2e fascicule : *Le champ électrique de l'atmosphère,* par B. CHAUVEAU. Un vol. 25 cm×16 cm, de 264 pages, avec 29 figures et 11 planches hors texte. — Paris, Gaston Doin, éditeur, 1925.

Nous avons déjà analysé ici-même deux des fascicules du traité d'électricité atmosphérique que publie M. Chauveau. Le nouvel ouvrage qui vient de paraître est consacré au champ électrique de l'atmosphère.

Le premier chapitre est consacré aux procédés de mesures.

Les deuxième et troisième chapitres nous renseignent sur les variations régulières que ce champ éprouve dans le cours d'une journée et sur ses variations avec l'altitude.

Le cinquième chapitre traite de la charge électrique des précipitations atmosphériques.

Mais c'est surtout le dernier chapitre intitulé « phénomènes orageux » dont nous recommandons la lecture aux électriciens.

La foudre est un ennemi dangereux pour les lignes de transport et pour bien combattre cet ennemi, il faut le bien connaître.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE.

La sollicitation mécanique des roues polaires tournant à grande vitesse. par Ch.-A. WERNER. Traduit de l'allemand par D. SCHEPSE. Un vol. 25 cm×16 cm, de VI-118 pages, avec 47 figures. — Paris, Dunod, 1924.

Cet ouvrage traite une question fort intéressante, sur laquelle peu de travaux ont été publiés : celle de l'étude mécanique des inducteurs tournants d'alternateurs à grande vitesse, à pôles saillants (alternateurs accouplés à des turbines hydrauliques). Il est toutefois regrettable que l'auteur n'ait pas mentionné avec quelques développements les méthodes de construction les plus modernes de ce genre de machines, notamment la constitution des jantes en disques forgés juxtaposés, et se soit surtout attaché à l'étude des jantes en acier moulé. Certaines méthodes de calcul paraissent également discutables.

ENSEIGNEMENT.

Cours d'Électrotechnique, professé à l'Ecole spéciale des Travaux publics du bâtiment et de l'industrie, par M. ILIOVICI. Livre II : ***Etude des dynamos à courant continu.*** Un vol. broché 25,5 cm×16,5 cm, de VIII-480 pages, avec 259 figures et planches hors texte. — Paris, Librairie de l'enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925.

L'ouvrage de M. Iliovici présente l'étude électrique complète et détaillée de la dynamo à courant continu. Il part de la constitution élémentaire de la machine pour terminer par un tableau des dimensions et caractéristiques de 60 machines à courant continu.

Les exemples sont choisis parmi les machines les plus variées et les plus modernes de nos grands constructeurs français et de quelques étrangers. Des dessins d'ensemble suffisamment détaillés complètent ces renseignements.

Chemin faisant, l'auteur aborde et expose très clairement non seulement les questions classiques : caractéristiques, calcul, etc., mais aussi les questions les plus ardues et les plus controversées : commutations etc.

L'étude si importante des pôles de commutation figure en bonne place, et est suffisamment complète pour permettre d'en étendre les conclusions à l'examen des moteurs à vitesse variable, dont les applications si considérables, mais un peu spéciales, sortaient des limites d'un « Cours ».

M. Iliovici a pleinement atteint son but, « qui était, dit-il dans sa préface, de « rendre des services aux élèves ingénieurs des grandes écoles et aussi aux jeunes « ingénieurs ».

Mais bien d'autres plus avancés dans la carrière pourront également consulter cet ouvrage avec profit, surtout à notre époque où la raréfaction toujours croissante des installations à courant continu ne permet pas à tous les ingénieurs de se familiariser autant qu'il serait nécessaire avec la dynamo à courant continu, ses applications usuelles ou possibles, et leurs difficultés ou seulement leurs exigences.

Digitized by Google

IL Y A TRENTE ANS

SOMMAIRE

1° Réunion du mercredi 1er mai 1895 :
- *a*) Les lumenmètres et la méthode photométrique nouvelle de M. Blondel pour la mesure du flux lumineux, p. 493.
- *b*) Installations électriques du prolongement métropolitain de la ligne de Sceaux, p. 493.
- *c*) Les fours électriques et leur application à la transformation du carbone en graphite, p. 494.

2° Extraits du Bulletin :
- *a*) Société électrotechnique de Berlin : perte de tension dans les transformateurs, p. 495.
- *b*) Société électrotechnique de Cologne : la traction électrique, p. 495.
- *c*) Institution des ingénieurs électriciens de Londres : consommation d'énergie à Londres un jour d'hiver 1894, p. 496 ; Propagation de la magnétisation dans le fer, p. 496.
- *d*) American Institute of electrical Engineers : moyen de combattre la réaction d'induit, p. 496 ; Résonance dans les lignes à courant alternatif, p. 496.

1° RÉUNION DU 1er MAI 1895

Présidence de M. Picou, *Vice-Président*

a) *Les lumenmètres et la méthode photométrique nouvelle de M. Blondel pour la mesure des flux lumineux.* — M. Rey rappelle les avantages que présente, pour l'évaluation des sources lumineuses, la substitution du lumen, unité de flux, au pyr ou bougie décimale, unité d'intensité, ces deux unités faisant partie du nouveau système introduit par MM. Blondel et Hospitalier. Après avoir donné un exemple de la mesure du flux par celle de l'intensité dans diverses directions, il expose la méthode de M. Blondel, basée sur les propriétés de l'écran diffuseur dont la transmission est indépendante de l'angle d'incidence de la lumière qui l'éclaire et il décrit le lumenmètre à sphère métallique ouverte suivant deux fuseaux symétriques de 18° d'ouverture; un miroir elliptique concentre et renvoie les rayons sur un écran diffuseur. L'intensité, proportionnelle au flux total, de la tache lumineuse projetée sur cet écran, est comparée à une source étalon dans un photomètre quelconque. Cet appareil peut être étalonné en unités absolues en opérant sur une source d'intensité connue. L'auteur termine en indiquant les dispositions diverses adoptées

Digitized by Google

b) *Installations électriques du prolongement métropolitain de la ligne de Sceaux.* — M. BOCHET, en commençant la description de cette ligne, la salue comme la première amorce du Métropolitain futur. Il signale que, pour utiliser ses locomotives ordinaires sans rendre irrespirable l'atmosphère du souterrain, la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans les chauffe au coke et condense leur vapeur d'échappement dans les bâches d'alimentation qui renferment, au départ, 4 m³ d'eau à 15° C. A la sortie du souterrain, dont le parcours de 1 800 m de longueur exige 3 minutes, la température de l'eau atteint 80° C. Elle est alors remplacée par de l'eau froide. Ce système est donc d'une application impossible pour le réseau métropolitain projeté. Passant ensuite à l'installation électrique réalisée par les Etablissements Sautter et Harlé, le conférencier expose qu'elle comprend une distribution à 3 fils à 220 volts entre extrêmes, alimentée par deux groupes comprenant chacun une dynamo double de 80 000 watts et deux batteries d'accumulateurs Tudor avec survolteurs, chargées d'assurer le service des appareils à marche intermittente : ascenseurs, plaques tournantes, pompe, et le service des heures de nuit pendant l'arrêt des machines. Après avoir décrit en détail les divers appareils générateurs et tableaux, il indique que les essais ont permis de constater pendant 24 heures une production moyenne de 596 watts-heures par kilogramme de charbon brûlé sous les chaudières Roser. La machine à vapeur compound fonctionnait à condensation avec réfrigérant Chaligny. Les eaux de vidange de la fosse établie sous la gare étaient remontées à l'égout par une pompe électrique automatique contrôlée par deux flotteurs.

c) *Les fours électriques et leur application à la transformation du carbone en graphite.* — M. STREET passe en revue les fours électriques à arc brevetés depuis 1879 et dont le premier est le four Siemens, qui figura à l'Exposition de 1881. Une liste de ces brevets, complétée jusqu'en 1894, est donnée à la fin de sa communication.

Il rappelle ensuite que, le 25 mai 1893, il prit avec son collaborateur Girard un brevet de four à arc continu qui, outre l'avantage de la continuité de l'opération, assure un échauffement beaucoup plus régulier des matières à traiter, généralement peu conductrices.

Digitized by Google

Il en décrit les diverses variantes, suivant la nature de la matière, puis le four à arc tournant sous l'influence d'un champ magnétique produit par des solénoïdes ; les fours chauffe-creuset à arc tournant, où le creuset peut servir d'électrode. Il indique quelques applications de ces fours et insiste surtout sur la fabrication des charbons graphitiques, dont il rappelle les propriétés et qui sont employés, soit dans les lampes à arc, soit comme électrodes pour l'électrolyse humide ou ignée. Il signale une application spécialement intéressante qui a été faite des plaques graphitiques dans l'électrolyseur Greenwood pour la fabrication de la soude et du chlore et il signale l'application alors toute nouvelle faite aux balais de dynamos.

2° EXTRAITS DU BULLETIN

a) Société électrotechnique de Berlin. — En mars 1895, Gisbert Kapp a fait une communication sur la détermination de la *perte de tension dans les transformateurs*. La méthode qu'il propose consiste à fermer le secondaire en court-circuit sur un ampèremètre et à appliquer aux bornes du primaire une tension telle qu'on obtienne le courant normal dans le secondaire, ce qui n'exige qu'une faible puissance. Il indique la construction géométrique qui donne la perte de tension aux bornes du secondaire.

b) Société électrotechnique de Cologne. — Gisbert Kapp a fait le 13 février 1895 une communication sur la *traction électrique* dont il montre les avantages et le rapide développement en Amérique.

Passant ensuite aux divers systèmes de traction électrique, il indique les inconvénients des accumulateurs, atténués par l'emploi des éléments cuivre-zinc de Waddel-Entz, moins pesants et susceptibles de supporter une forte décharge. Chaque élément donne 0,85 volt et a une capacité de 250 A-h. A Hagen, chaque voiture porte 88 éléments d'un poids total de 1 400 kg. La vitesse atteinte est de 12 km:h. Il décrit le tramway à conducteur souterrain de Budapest qui a coûté 60 000 fr par kilomètre contre 52 000 fr pour la ligne aérienne. Ce dernier système est le plus simple. Mais tous les systèmes par trolley ont l'inconvénient de faire fonctionner les génératrices dans de mauvaises conditions, ce qui a conduit à l'emploi des batteries-tampons. A Zurich, par

Digitized by Google

exemple, la consommation s'abaisse dans ces conditions à 1,5 kg de charbon par cheval-heure contre 2,5 kg sans batterie.

c) Institution des Ingénieurs électriciens de Londres. — Dans son adresse inaugurale, M. Crompton indique la *puissance électrique consommée à Londres*, d'heure en heure, au cours de la journée du 20 décembre 1894.

La pointe de 17 h 30 atteint 11 600 kilowatts. La pointe du matin à 7 h 45 atteint 3 400 kilowatts. Le minimum de jour, de 10 à 11 heures, est de 2 300 kw et le minimum de nuit, de 3 à 4 h, tombe à 800 kw. Le facteur de charge est de 33 pour 100.

Le 21 février 1895, MM. Hopkinson et Wilson firent une communication sur la *propagation de la magnétisation dans le fer*. Au moyen d'un dispositif expérimental comportant des circuits explorateurs logés dans la masse du fer et reliés à des galvanomètres d'Arsonval, ils ont relevé la courbe des courants induits en fonction du temps pour différentes aimantations maxima. Ces courbes présentent parfois trois maxima, le centre de la masse atteint son aimantation bien après la périphérie.

d) American Institute of electrical Engineers :

MM. Harris et E. Thompson indiquent un moyen de combattre la *réaction d'induit* par l'emploi d'un enroulement parcouru par le circuit principal et logé dans les masses polaires. Ils présentent des courbes indiquant la distribution du potentiel aux lames du collecteur.

MM. Houston et Kenelly montrent que la *résonance* est sur une ligne ouverte plus prononcée à l'extrémité opposée au générateur.

Le Gerant · J. Guyot.

IMP. HENRIOT, 20, RUE GERBERT, PARIS

Digitized by Google

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

ÉLECTRICIENS.

SOMMAIRE

COMPTES RENDUS DES RÉUNIONS :

Réunion ordinaire mensuelle du mercredi 3 juin 1925, p. 498.

Admission de membres titulaires, p. 498.

Dons à l'Ecole supérieure d'Electricité, p. 499.

Présentation d'ouvrage par M. Abraham, professeur à la Sorbonne, p. 499.

Réunion supplémentaire du 23 juin 1925, commune avec la Société de Radiologie médicale de France et la Société française d'Electrothérapie et de Radiologie, p. 501.

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS (1) :

Les condensateurs électrolytiques (M. SOULIER, rédacteur en chef de l'*Industrie électrique*), p. 503.

COMMÉMORATIONS :

Compte rendu du 25e anniversaire de l'Ecole nationale des Arts et Métiers de Lille ; reproduction d'autographes inédits d'Ampère (M. JANET, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité et du Laboratoire central d'Electricité), p. 514.

Compte rendu de la réunion à La Haye de la Commission électrotechnique internationale (M. DUVAL, secrétaire général du Comité électrotechnique français), p. 518.

INFORMATIONS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS :

1° Principales décisions du Bureau en juin 1925, p. 527.

2° Représentation de la Société française des Electriciens à la réunion annuelle de l'Electricky Svaz Ceskoslovensky — adresse présentée en son nom par M. GRUINTGENS, p. 527.

3° Participation de la Société française des Electriciens à la commémoration de Galileo Ferraris à Livorno Piemonte, le 29 juin 1925, p. 528.

4° Renseignements sur l'Exposition internationale de T. S. F. et de Cinématographie à Genève, du 9 au 20 septembre 1925, p. 531.

TRAVAUX DES SECTIONS :

Sommaire, p. 533 ; texte, p. 533-542.

ECHOS DES SOCIÉTÉS ÉTRANGÈRES :

Sommaire, p. 543 ; texte, p. 543-558.

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIÉTÉ, p. 559.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS, p. 560.

IL Y A TRENTE ANS :

Sommaire, p. 563 ; texte, p. 563-564.

(1) La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le *Bulletin*

4e SÉRIE, TOME V, 1925. — N° 46

Digitized by Google

REUNION ORDINAIRE MENSUELLE

du mercredi 3 juin 1925

Présidence de M. ROTH,
puis de M. CHAUMAT, vice-présidents.

La séance est ouverte à 20 h 30.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné connaissance des demandes d'admission suivantes :

Cabanes (Léon-Marius-Victor), ingénieur à la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, 51, rue du Musée, à Saint-Etienne (Loire). — Présenté par MM. Viel et Rémond.

Chazeaux (Jacques-Mathieu-Marc-Marie-Franc), ingénieur I. E. G., à Rive-de-Gier (Loire). — Présenté par MM. Viel et Rémond.

Compagnie des Mines de Vicoigne, Nœux et Drocourt, à Nœux-les-Mines (Pas-de-Calais). — Présenté par MM. Mathivet et Grosselin.

Cremer (Michel), ingénieur à la Compagnie française Thomson-Houston, 18, boulevard Emile-Augier, à Paris (16e). — Présenté par MM. Lartigue et Langlois.

Duclos (Pierre-Paul-Georges), directeur de l'agence de Bordeaux de l'Electro-Entreprise, 10, place du Parlement, à Bordeaux (Gironde). — Présenté par MM. Chevallier et Rousseau.

Garnier (Claudius-Laurent), ingénieur à la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, 25, rue du Treuil, à Saint-Etienne (Loire). — Présenté par MM. Viel et Rémond.

Gosselin (Jacques-Henri), ingénieur des Postes et Télégraphes, 19, rue de la Tour-d'Auvergne, à Paris (9e). — Présenté par MM. Pomey et Grosselin.

Prache (André), ingénieur à l'Union d'Electricité, 43, rue Jouffroy, à Paris (17e). — Présenté par MM. Janet et Guilbert.

Rabut (Charles-Joseph-François), ingénieur, chef des services électriques de la Société anonyme des Mines de la Loire, rue Elisée-Reclus, à Saint-Etienne (Loire). — Présenté par MM. Viel et Rémond.

Rey (J.-J.-J.), lieutenant de vaisseau en retraite, ingénieur E. S. E., docteur ès-sciences physiques, sous-directeur technique de l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielle, 149 bis, rue Blomet, à Paris (15e). — Présenté par MM. Chaumat et Boucherot.

Seynard (Adrien), entrepreneur électricien, ingénieur I. E. G., 12, place Villebœuf, à Saint-Etienne (Loire). — Présenté par MM. Barbillion et Bergeon.

Société des Ingénieurs polonais à Paris, 15, rue Lamandé, à Paris (17e). — Présentée par MM. Jouaust et Grosselin.

Van Cauwenberghe (Robert), professeur à l'Université libre de Bruxelles, 26, avenue Livingstone, à Bruxelles (Belgique). — Présenté par MM. de la Gorce et Grosselin.

Ces candidats sont élus membres titulaires de la Société française des Electriciens.

Digitized by Google

M. le Président remercie la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et du Matériel d'usines à gaz, qui a offert à l'Ecole supérieure d'Electricité un radiosecteur.

Il remercie les donateurs des ouvrages offerts en mai et dont la liste est donnée à la page 559 du présent *Bulletin*.

L'ordre du jour appelle les communications techniques.

M. SOULIER présente une communication accompagnée d'expériences sur les condensateurs électrolytiques. Après avoir rappelé la théorie de la formation de la pellicule gazeuse constituant le diélectrique du condensateur, il indique qu'il a obtenu une tension critique de 380 volts et un rendement de 95 à 96 pour cent pour une composition particulière de l'électrolyte. Les condensateurs électrolytiques possédant une résistance intérieure finie, amortissent les oscillations que leur insertion brusque sur le réseau tendrait à y engendrer. De plus la pellicule ne se formant qu'après quelques secondes d'application de la tension le déphasage du courant en avant ne se produit que progressivement après l'insertion du condensateur dans le circuit. Le conférencier passe ensuite en revue les diverses applications auxquelles se prêtent particulièrement ses condensateurs.

Il exécute avec un plein succès quelques expériences fort intéressantes, notamment le mouvement de va et vient donné au noyau de fer doux d'un solénoïde, sans aucun contact de rupture, par la variation du courant dans le circuit qui comprend le condensateur.

M. Soulier s'étant excusé du peu de portée pratique de ces expériences, M. le Président, en le remerciant, s'élève contre cette assertion et rappelle que la capacité d'un grand réseau détermine, par un phénomène tout semblable, l'auto-amorçage des turbo-alternateurs.

M. ABRAHAM, professeur à la Sorbonne, présente à la Société, au nom du Comité de la Fondation Rothschild, l'ouvrage : *Fours électriques et Chimie*, publié sous la direction de M. Lebeau et qui contient une série d'articles signés de savants tels que Bedel, Damiens, Flèury, Jolibois, Picon, Ribaud, Weiss. Les ingénieurs qui s'occupent de la production des hautes températures y trouveront une documentation complète.

M. le Président remercie M. Abraham et le Comité de la Fondation Rothschild pour ce don si intéressant.

Digitized by Google

M. ROTH cède la présidence à M. CHAUMAT.

Celui-ci donne la parole à M. JANET, qui rend compte des fêtes du 25e anniversaire de l'Ecole nationale des Arts et Métiers de Lille, auxquelles il a représenté la Société française des Electriciens. Il projette quelques autographes du grand Ampère, qu'il a présentés à Lille et donne des détails inédits sur la vie du savant.

M. le Président remercie M. Janet de cette communication émouvante qui nous fait mieux connaître un maître illustre et mieux comprendre le très grand succès personnel qu'a obtenu la conférence de M. Janet aux fêtes de Lille.

Il donne la parole à M. DUVAL pour rendre compte de la réunion à La Haye, du 16 au 25 avril 1925, de la Commission électrotechnique internationale.

Après avoir rappelé les règles du fonctionnement de la Commission électrotechnique internationale et des Comités nationaux, M. Duval résume les résultats obtenus à la Haye sur les divers points dont la discussion avait été retenue, et il se félicite des nouveaux progrès dans la voie de l'entente technique internationale que ces résultats ont marqués.

M. le président constate à son tour avec satisfaction que la réunion de la Haye a marqué une date importante dans l'unification du matériel électrique ; il exprime aux délégués de la Société sa vive reconnaissance pour la part très importante qu'ils ont prise aux discussions et il félicite notamment M. Duval de la tâche considérable et quelque peu ingrate qu'il a assumée avec une compétence et un dévouement qui n'ont d'égale que sa modestie.

La séance est levée à 22 h 45.

Digitized by Google

REUNION SUPPLEMENTAIRE

du mardi 23 juin 1925

commune avec la Société de Radiologie médicale de France et la Société française d'Électrothérapie et de Radiologie

---

Au cours de la séance de la Section d'Eclairage du 19 mai 1925, il avait été constaté qu'aucune méthode de mesure rationnelle n'était appliquée aux lampes à rayonnements violets et ultraviolets employés en électrothérapie. Comme conséquence, le vœu avait été formulé que la Société se mît en rapports avec les radiologistes à la fois pour connaître leurs besoins et pour leur exposer les ressources que l'optique et l'électricité mettent à leur disposition.

MM. les docteurs LAQUERRIÈRE et LOUBIER, l'un ancien président, l'autre secrétaire général de la Société française d'Electrothérapie et de Radiologie, firent le meilleur accueil à cette idée et M. FABRY voulut bien, avec son dévouement habituel, se charger de faire une conférence.

La réunion fut tenue le 23 juin 1925, à 21 heures, dans la salle si coquette de la Société de Chirurgie, sous la présidence de M. le docteur MUSIN. Devant un auditoire nombreux et attentif, M. Fabry rappela quelle était en général la complexité des rayonnements utilisés ; il montra que la seule mesure logique qu'on pût appliquer à une onde était celle de son énergie transformée en chaleur, et qu'il était indispensable de commencer par séparer les ondes pour les étudier individuellement. Il proposa donc de les disperser par le prisme et de recevoir l'énergie radiée par chacune, soit sur une soudure thermoélectrique reliée à un galvanomètre, deux appareils qu'il est à peu près impossible, déclara-t-il, d'obtenir en France avec une sensibilité convenable ; soit sur une cellule de sélénium ; soit sur une cellule photoélectrique, soit sur un écran fluorescent. Il se contenta de montrer les possibilités de réalisation et s'en remit aux radiologistes pour le choix du système le plus pratique.

A la suite de cette communication, M. le docteur Musin, après

Digitized by Google

avoir chaleureusement remercié M. Fabry, céda très courtoisement le fauteuil à M. LEBAUPIN, président de notre Section d'Eclairage, pour diriger la discussion.

Après l'intervention du docteur SEIDMANN, qui insista surtout sur la limitation que les accidents d'érythème opposent à l'emploi des ondes même étroitement délimitées et la réplique d'un autre radiologiste, qui critiqua une partie des conclusions du premier, notre collègue M. TOULON présenta aux assistants des cellules photoélectriques que beaucoup n'avaient jamais encore eu l'occasion de voir.

M. Lebaupin remercia les radiologistes de leur aimable accueil et se félicita de les voir faire appel aux physiciens pour les aider dans la noble et courageuse lutte entreprise par eux contre les maux de l'humanité.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS TECHNIQUES ET DISCUSSIONS

LES CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES

par M. A. SOULIER

Le conférencier rappelle que la décomposition de l'eau ne se produit dans un voltamètre que si la tension entre les électrodes de platine est égale ou supérieure à 1,68 volt. Aux tensions inférieures le voltamètre se comporte comme un condensateur dont la capacité est, avec de l'eau additionnée d'acide sulfurique, d'environ 10 microfarads par centimètre carré. Il rappelle l'application faite de cette propriété par Maurice Leblanc pour faire démarrer les moteurs monophasés à champ tournant et les essais tentés pour le relèvement de la tension limite, avec divers métaux. La tension limite, variable avec l'électrolyte, atteint 380 volts dans une solution d'acide picrique et de corps organiques. Le conférencier est arrivé à composer un électrolyte qui présente une tension limite voisine de 350 volts et un rendement de 95 à 96 pour cent. Il est nécessaire d'appliquer chaque jour au condensateur une surtension qui donne une surépaisseur convenable à la pellicule. Les condensateurs électrolytiques possèdent une résistance intérieure finie, se déchargent sur eux-mêmes et amortissent les oscillations qui pourraient tendre à se produire au moment où on les met en circuit sur le réseau. La pellicule mettant quelques secondes à se former, quand on place le condensateur en circuit avec une réactance en série, le déphasage du courant en avant ne se produit que progressivement. Le conférencier passe ensuite en revue les diverses applications auxquelles se prêtent particulièrement ces condensateurs.

Le condensateur électrolytique est un très ancien appareil, puisque son invention remonte à la découverte de la décomposition de l'eau par la pile.

Aux temps préhistoriques de l'électricité, alors qu'on ne disposait d'aucune unité de mesure, on avait remarqué, non sans quelque étonnement, que tandis qu'on pouvait décomposer de l'eau dans un voltamètre en utilisant un élément de pile Bunsen, on n'avait aucun dégagement gazeux lorsqu'on remplaçait cet élément Bunsen par un élément Daniell.

Le système de pile n'y était cependant pour rien, car si l'on mettait deux éléments Daniell en série, le voltamètre fonctionnait.

Le phénomène resta longtemps inexpliqué, et ce n'est que lorsque l'on fut en possession d'un système d'unités pratiques que l'on put se rendre compte de ce qui se passait.

La décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène dans un voltamètre ordinaire à eau acidulée et électrodes en platine ne se produit, en effet, que lorsque la tension entre les deux lames

Digitized by Google

de platine atteint la valeur de 1,68 volt, c'est pour cela que la pile Bunsen qui donne 1,9 volt fait fonctionner le voltamètre, tandis que la pile Daniell qui ne donne que 1 volt est impuissante à faire dégager les gaz. Qu'on mette deux éléments Daniell en série et l'électrolyse se produira.

Que se passe-t-il quand la tension est inférieure à 1,68 volt ?

En insérant un galvanomètre sensible dans le circuit, on constate le passage d'un courant qui va en décroissant et si l'on sépare ensuite la pile et qu'on ferme le voltamètre sur le galvanomètre, on observe un lancé de l'aiguille montrant que le voltamètre a restitué une partie du courant reçu.

On en déduit que le voltamètre peut être considéré comme un condensateur, puisqu'il se charge sur le courant et peut donner lieu ensuite à une décharge de courte durée exactement comme dans la bouteille de Leyde ou les autres condensateurs.

Mais tandis que les condensateurs en verre ou au mica supportent des tensions élevées, le voltamètre tel que nous venons de le définir ne fonctionne comme condensateur qu'autant que la tension se maintient au-dessous de 1,68 volt. C'est évidemment insuffisant pour les applications industrielles.

Les savants qui ont étudié ce phénomène n'ont pas tardé à remarquer que cette tension limite était fonction de la nature des électrodes et surtout de la composition du liquide électrolytique.

En analysant plus soigneusement le phénomène en dehors de toute hypothèse sur sa nature intrinsèque, MM. Bichat et Blondlot [1] ont trouvé que :

1° La capacité de polarisation est fonction de la force électromotrice ; il y a donc une capacité de polarisation pour chaque force électromotrice.

2° La capacité initiale d'une électrode en platine plongée dans de l'eau acidulée sulfurique (1/6 en volume) est environ de 10 microfarads par centimètre carré. Ce chiffre est d'ailleurs variable avec la nature de la surface plus ou moins poreuse du métal.

Les observations de MM. Bichat et Bondlot montrent que l'on peut obtenir avec les condensateurs électrolytiques des capacités considérables, à condition toutefois de ne pas dépasser la tension de décomposition de l'eau acidulée sulfurique, soit 1,68 volt. Cette faible tension de fonctionnement a évidemment limité l'emploi

(1) *Journal de Physique*, 1881, tome X.

Digitized by Google

de ces condensateurs ; cependant, Maurice Leblanc, le célèbre ingénieur-inventeur, sut en tirer partie pour le démarrage des moteurs monophasés à champ tournant en montant en série des condensateurs formés de lames de fer plongeant dans du bicarbonate de soude, la capacité se trouvait réduite par le montage en série, mais elle était suffisante pour obtenir le courant déphasé en avant nécessaire.

D'autres expérimentateurs, tels que Franchetti (1), Corbino et Maresca (2), Zimmermann, Schulze, etc., ont essayé d'employer

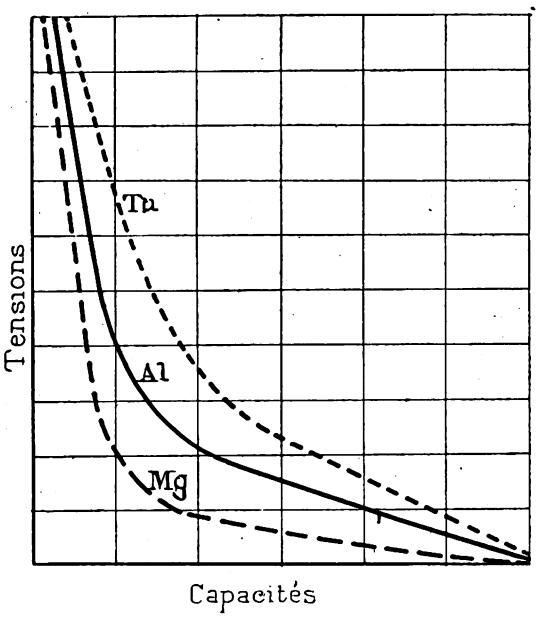


Fig. 1. — Courbes de la capacité en fonction de la tension appliquée pour trois métaux : Tantale, Aluminium, Magnésium.

d'autres métaux que le platine, en particulier ils ont employé l'aluminium, le magnésium, le tantale comme donnant lieu à des tensions limites les plus élevées.

Pour un même liquide, on peut tracer des courbes de la capacité en fonction de la tension appliquée, ces courbes montrent que les chiffres les plus élevés sont obtenus avec le tantale, puis vient l'aluminium et enfin le magnésium (fig. 1).

Ainsi que l'avait indiqué M. Blondlot autrefois, il y a une capa-

(1) *Rivista teckita*, 1901, n° 7.
(2) *Elettricista*, 1902 ; *Atti della Assoziacione Elettrotecnica italiana*, mai 1906.

Digitized by Google

cité pour chaque force électromotrice tant qu'on se trouve en dessous de la tension de décomposition de l'électrolyte.

Dans une communication faite à l'Association électrotechnique italienne en mai 1906, MM. Corbino et Maresca ont montré que le produit de la tension par la capacité était un chiffre sensiblement constant ; c'est ainsi que ces expérimentateurs ont obtenu :

Tension V	Capacité C	Produit $C\,V$
30	320	9 600
60	155	9 100
146	63	9 200

Ce qui explique l'allure des courbes de la capacité en fonction de la tension appliquée qui sont sensiblement des hyperboles équilatères. Nous verrons plus loin comment ce phénomène peut s'expliquer.

ESSAI DE THÉORIE DU FONCTIONNEMENT

Il est extrêmement difficile de se rendre un compte exact de ce qui se passe dans le condensateur électrolytique.

La première hypothèse émise, celle qui vient à l'esprit, est qu'il doit se former à la surface des électrodes une pellicule d'oxyde extrêmement fine qui isole la plaque du liquide.

Des observations plus précises ont permis de se rendre compte qu'en réalité la pellicule isolante est *gazeuse;* elle se forme à la surface de l'électrode qui doit avoir subi au préalable une préparation appelée formation et qui n'est autre que la réalisation d'un état moléculaire spécial qui la rend apte à retenir la gaine gazeuse qui tend à se former.

L'épaisseur de cette pellicule gazeuse a été mesurée par des procédés optiques par M. Zimmermann qui donne pour sa valeur, dans « Electrical Review » du 20 mai 1905, les chiffres suivants :

Tension en volts :	Epaisseur en mètre :
100	0,0002
150	0,0003
360	0,0006

On comprend maintenant pourquoi la capacité dépend de la tension appliquée. La pellicule gazeuse prend une épaisseur

Digitized by Google

convenable pour résister à la tension qu'on lui applique et c'est pour cela qu'elle est plus grande à 360 volts qu'à 100 volts. Il est certain cependant qu'il s'exerce une attraction électrostatique tendant à diminuer son épaisseur, mais si elle diminue, le courant tend à passer et il fait dégager des gaz augmentant aussitôt l'épaisseur de la couche. Au delà d'une certaine tension qui dépend de la nature de l'électrolyte, cette couche gazeuse n'augmente plus et se laisse percer par des effluves, puis l'électrolyse apparaît, la tension limite est alors atteinte.

Cette tension limite est essentiellement variable ; c'est ainsi qu'avec des lames d'aluminium dans une solution de bichromate de potassium elle est voisine de 100 volts ; les mêmes lames dans une solution de phosphate neutre de soude donnent une tension limite de 150 volts, et dans une solution d'acide picrique et de corps organiques elle atteint 350 et même 380 volts.

Expérience : L'expérience suivante (fig. 2) illustre le phénomène.

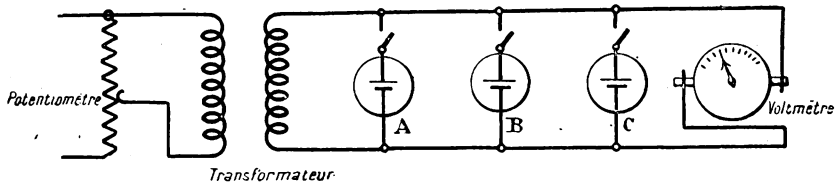


Fig. 2. — Expérience montrant la tension limite de différents électrolytes.

Un transformateur dont la tension secondaire est réglée par un rhéostat agissant sur le primaire alimente trois voltamètres à aluminium, contenant l'un A, du bichromate de potassium, l'autre B, du phosphate de soude, le troisième C, le liquide à base d'acide picrique employé dans mes condensateurs.

En augmentant progressivement la tension appliquée on voit que les effluves se produisent dans le premier au voisinage de 100 volts, dans le deuxième à 150 volts, et dans le troisième à 370 volts.

On a donc tout intérêt pour les applications industrielles à prendre les liquides qui donnent la tension limite la plus élevée.

Mais ce n'est pas tout et si l'on veut avoir un appareil à bon rendement, notamment pour l'amélioration du facteur de puissance, il faut un condensateur qui donne lieu au minimum de pertes en watts.

Après de longues et patientes recherches, j'ai pu arriver à

Digitized by Google

obtenir un liquide assez conducteur tout en présentant une tension limite élevée ; c'est ainsi que les condensateurs qui marchent aujourd'hui arrivent à avoir un rendement de 95 à 96 pour 100 et une tension efficace limite voisine de 350 volts.

Le rendement indiqué ci-dessus est obtenu d'après la définition que M. Boucherot en a donné pour les bobines de réactance comme étant le rapport $\frac{UI \sin \varphi}{UI \sin \varphi + \text{pertes}}$.

Mais ce n'est pas tout et aucun condensateur ne fonctionnerait d'une façon continue en maintenant son bon rendement si l'on ne prenait la précaution de lui faire subir tous les jours une opération fort simple, mais indispensable, qui est celle de la *surtension.*

La surtension consiste à appliquer à un condensateur électrolytique, pendant 30 à 40 secondes, une tension au moins *double* de celle à laquelle il doit marcher.

Grâce à ce procédé, on rétablit automatiquement la pellicule à une épaisseur convenable pour résister à cette tension double et quand on remet le condensateur à la tension ordinaire, il tient sans difficulté puisque son diélectrique a été renforcé.

On réalise pratiquement cette surtension en intercalant *en série* avec les condensateurs des réactances que l'on supprime après quelques secondes. De cette manière, on évite tout à-coup sur le réseau, car la progression se fait sans heurt.

Les réactances sont du reste indispensables lorsque la batterie étant restée au repos, du samedi au lundi par exemple, on veut la remettre en marche. La pellicule gazeuse a complètement disparu et en intercalant les réactances il passe d'abord un courant déphasé en arrière comme c'est le cas avec une self-induction et une résistance en série (le condensateur n'étant à ce moment qu'une résistance ohmique).

Par le passage du courant, la pellicule apparaît et avec elle la capacité, le système se comporte alors comme une réactance en série avec une capacité et la tension monte aux bornes de chacun de ces deux appareils.

La pellicule prend l'épaisseur correspondante et l'on peut alors mettre les réactances en court-circuit sans inconvénient, car il reste les capacités formées à une tension plus grande que celle du réseau auquel elles sont maintenant reliées.

Digitized by Google

MISE EN CIRCUIT SUR UN RÉSEAU

On peut se demander si la mise en circuit de condensateurs de ce genre ne risque pas d'amorcer des oscillations dangereuses sur un réseau.

A cela nous répondrons non et pour deux raisons.

1° Tandis qu'avec des condensateurs en verre ou au mica parfaitement isolés il peut rester sur les armatures une charge résiduelle qui se déverse sur le réseau, si l'on met la batterie en circuit, décharge pouvant provoquer des oscillations par interférences avec l'onde fondamentale ou ses harmoniques, les condensateurs électrolytiques ne peuvent rester chargés plus d'une minute parce que leur résistance intérieure n'est pas infinie et qu'ils se déchargent sur eux-mêmes.

2° Grâce à ce petit courant de fuite qui permet d'assimiler le condensateur électrolytique à une capacité shuntée par une résistance, les oscillations, si par hasard il s'en produisait, s'amortiraient rapidement sur cette résistance et il est de fait que la pratique a déjà montré qu'il ne s'en produisait pas.

Un autre point intéressant pour les exploitants est le suivant. Lorsqu'on met en circuit une batterie de condensateurs électrolytiques Soulier, on insère toujours en série avec eux une self-induction assez forte, comme nous l'avons dit, le condensateur au repos a perdu sa pellicule, il en résulte que dès qu'il reçoit le courant du réseau il se comporte comme une résistance ohmique, peu à peu la pellicule gazeuse se forme et la capacité apparaît (des relevés à l'oscillographe de M. Blondel montrent qu'il faut pour cela environ une ou deux secondes). Il en résulte que le déphasage en avant du courant sur la tension se fait graduellement sans heurt et par conséquent sans aucun danger pour le réseau.

Les condensateurs ordinaires, au contraire, qui forment toujours capacité, à moins d'être crevés, peuvent être dangereux à introduire brusquement sur le réseau si leur capacité est un peu plus grande, car le déphasage en avant se produit assez brutalement.

Mais une des conditions indispensables pour assurer le bon fonctionnement des condensateurs électrolytiques du système Soulier consiste dans l'emploi de produits purs. L'aluminium est naturellement spécialement choisi à cet effet, le liquide est lui-même constitué par de l'eau distillée ou de pluie dans laquelle

Digitized by Google

on a fait dissoudre la charge de sel qui est également obtenue par des produits purs.

L'expérience a montré que l'eau distillée ou de pluie est nécessaire parce que l'eau des villes est généralement stérilisée avec de l'eau de Javel introduite en petite quantité, c'est vrai, mais suffisante pour altérer les plaques à la longue. De même, les eaux fortement calcaires peuvent produire des dépôts nuisibles, tandis que l'eau de pluie évite tous ces inconvénients.

APPLICATIONS

Les condensateurs de grande capacité peuvent recevoir dans l'industrie une foule d'applications ; c'est peut-être parce qu'on

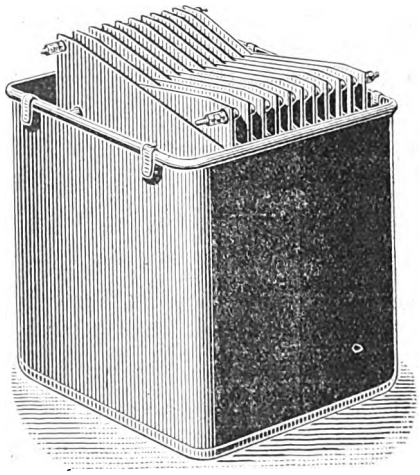


Fig. 3. — Condensateur Soulier.

n'en trouvait pas jusqu'ici que ces applications n'ont pu être réalisées.

En premier lieu, on peut les employer à l'amélioration de facteur de puissance des mauvaises installations (1).

Chacun sait que le courant alternatif est déphasé en avant sur la tension par la présence d'une capacité. La self-induction produisant l'effet contraire, on comprend que si la capacité est suffisante, elle puisse annuler l'effet retardateur dû à la self-induction.

(1) C'est M. Boucherot qui a indiqué le premier en 1892 le rôle des condensateurs dans l'amélioration du facteur de puissance. (*L'Electricien*, 25 janvier 1892, p. 27.)

Digitized by Google

Or la plupart des installations de force motrice utilisant des courants alternatifs, surtout celles pourvues de petits moteurs, ont un facteur de puissance assez bas ; il n'est pas rare d'en voir pour lesquelles $\cos \varphi = 0{,}5$. L'addition de capacité mise en dérivation sur le réseau de telles installations pourra arriver à ramener à 1 le facteur de puissance (1) (fig. 3).

Les lignes du réseau vont se trouver libérées du courant magnétisant et n'auront plus à fournir que le courant actif exactement comme avec du courant continu. Un des gros inconvénients du courant triphasé disparaît donc de ce fait et si l'abonné y trouve un avantage, il en est de même du distributeur.

Mais il y a mieux encore, car si l'on prend le cas d'une installation possédant des moteurs à induit en court-circuit (cage d'écureuil), on sait que la mise en marche de ces moteurs sur un réseau produit un brusque appel de courant et une chute correspondante de tension. Mettons des condensateurs en dérivation sur ces moteurs et l'appel de courant à la mise en marche va être considérablement réduit. Ce fait tient à ce que les capacités fournissent le courant magnétisant des moteurs qui n'a plus besoin d'être puisé sur la ligne, d'où moindre afflux de courant et diminution de la perte de charge.

L'expérience permet de se rendre compte du phénomène ; elle a été réalisée à l'Exposition de Physique qui se tenait fin 1923 au Grand-Palais.

Si l'on relie les trois bornes du stator d'un moteur triphasé à cage d'écureuil à trois condensateurs de capacité convenable et qu'on fasse tourner ce moteur indépendamment de tout réseau à l'aide d'un moteur auxiliaire, à vapeur, à eau ou à gaz, on constate que la machine s'amorce et devient un alternateur ; les condensateurs lui fournissant le courant magnétisant qui lui est nécessaire. On réalise ainsi le générateur de courants triphasés le plus simple que l'on puisse imaginer puisque la partie tournante se réduit à un cylindre de fer traversé par des barres de cuivre, sans collecteur, sans enroulement et sans balais par con-

(1) On sait qu'une tarification spéciale du facteur de puissance commence à entrer en vigueur dans laquelle une pénalisation est appliquée lorsque le facteur de puissance (cos φ) moyen de l'installation est inférieur à 0,8 ou 0,85. Cette surtaxe est d'autant plus élevée que cos φ est plus bas. Ainsi par exemple avec une surtaxe de 2 pour cent par centième en moins de 0,8 qui est déjà appliquée par quelques réseaux, si le facteur de puissance est de 0,6, ce qui est fréquent, la surtaxe totale atteindra 2 (80—60) = 40, soit 40 centièmes de l'énergie réellement consommée.

Digitized by Google

séquent. Sans les condensateurs, il serait impossible d'amorcer une pareille machine, ce sont donc bien eux qui l'excitent.

Une autre application des condensateurs assez curieuse est celle où ils servent de trieurs de courant ou de filtres. Le courant continu ne les traversant pas, si on les introduit dans un circuit où circulent à la fois des courants alternatifs et des courants continus, ces derniers seront arrêtés et seuls les courants alternatifs passeront.

On a utilisé ce phénomène pour faire des signaux à distance

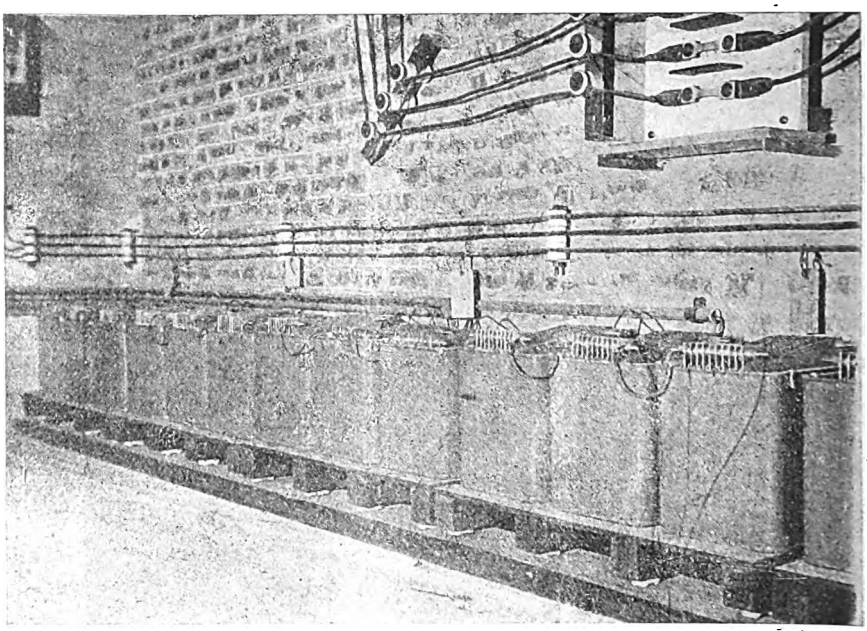


Fig. 4. — Batterie de condensateurs installée sur un réseau triphasé.

sur des canalisations parcourues normalement par du courant continu (réseau de tramways, chemins de fer électriques, réseau d'éclairage) sur lequel on superposait du courant alternatif à travers des condensateurs actionnant à l'arrivée des relais également à travers de condensateurs qui s'opposaient au passage du courant continu et laissaient circuler des courants alternatifs.

En radiocommunications, les condensateurs ont des applications intéressantes et sont même indispensables pour atténuer et faire disparaître les ronflements des machines sur les postes branchés sur les réseaux de distribution d'énergie.

Digitized by Google

Une autre application curieuse est celle relative aux électro-aimants. On sait qu'un solénoïde à noyau de fer plongeur exerce une attraction qui va en diminuant rapidement avec l'enfoncement du noyau s'il est excité par du courant alternatif à cause de la réactance qui va en croissant. En mettant un condensateur convenable en série, on peut arriver à obtenir une attraction croissant avec l'enfoncement parce qu'à ce moment le système approche de la résonance. Cette application peut être très précieuse dans les contacteurs pour commandes à distance (expérience (1).

Tel est l'état de la question des condensateurs électrolytiques; ces appareils, comme vous venez de le voir, sont extrêmement

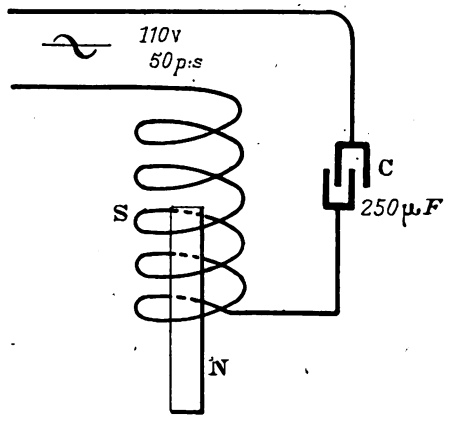


Fig. 5. — Résonance avec un solénoïde.

curieux, aussi je ne doute pas que, mis entre les mains de nos savants, ils ne donnent des résultats encore plus surprenants.

(1) L'expérience (fig. 5) présentée en séance par M. Soulier, illustrant ce phénomène, consistait à intercaler dans le circuit d'un solénoïde S un condensateur C de 250 microfarads environ, l'ensemble étant alimenté par le courant alternatif à 110 volts, 42 périodes par seconde qui éclairait la salle.

On obtenait ainsi une attraction énergique du noyau de fer feuilleté N du poids d'un kilogramme environ. Ce noyau se mettait à osciller verticalement à l'intérieur du solénoïde sans que l'on ait besoin d'interrompre ou de rétablir le contact. Ce phénomène s'explique si l'on admet que la capacité est telle qu'elle réalise la résonance lorsque le noyau de fer arrive au centre du solénoïde. L'attraction croît donc très rapidement jusqu'à ce moment, mais à cause de son inertie, le noyau violemment attiré est projeté dans le solénoïde et dépasse le point correspondant à la résonance, l'attraction diminue et la pesanteur le fait redescendre, il dépasse encore le point d'attraction maximum, est repris par le solénoïde et ainsi de suite. L'oscillation peut ainsi se poursuivre indéfiniment sans qu'il soit besoin d'interrompre le circuit.

Digitized by Google

COMMEMORATIONS

COMPTE RENDU DES FÊTES DONNÉES A L'OCCASION DU VINGT-CINQUIÈME ANNIVERSAIRE de la FONDATION DE L'ÉCOLE NATIONALE DES ARTS ET MÉTIERS DE LILLE

Par M. JANET

L'Ecole nationale des Arts et Métiers de Lille fêtait les 16 et 17 mai derniers, le vingt-cinquième anniversaire de sa fondation. Le sympathique directeur de l'Enseignement technique, M. Labbé, ayant bien voulu me demander à cette occasion de faire une conférence à Lille, je me suis rendu dans cette ville le samedi 16 mai dernier. Accueilli à la gare par M. Gadenne, président du Groupe du Nord de la Société des anciens Elèves des Ecoles nationales d'Arts et Métiers, je me rendais presque immédiatement à la belle salle de conférences de la Société industrielle du Nord où devait avoir lieu la séance d'ouverture ; cette séance était présidée par M. Labbé qui, dans une allocution très goûtée, attira l'attention de ses auditeurs sur l'importance croissante de l'Enseignement technique en France et sur les services qu'il était destiné à rendre ; elle fut close par un discours de M. Delage, président de la Société des anciens Elèves des Ecoles nationales d'Arts et Métiers, qui sut, avec beaucoup de finesse, analyser le caractère spécial de l'enseignement donné dans les écoles d'arts et métiers. Entre les deux orateurs devait prendre place ma conférence. J'avais choisi comme sujet de cette conférence : « Un grand Savant : Ampère, sa vie, son œuvre. »

Nos collègues, qui n'ont pas oublié la belle cérémonie du centenaire d'Ampère, savent combien ce sujet est passionnant ; il semble que tout a été dit à ce sujet, et pourtant, chaque fois qu'on y touche, il est possible de glaner quelques petits détails nouveaux ; d'ailleurs, depuis les fêtes de 1921, de nouveaux documents ont été publiés par mon confrère, M. de Launay, dans son livre si intéressant intitulé : *Le Grand Ampère*, et, d'autre

Digitized by Google

part, les archives de l'Académie des Sciences sont une source inépuisable où pendant bien longtemps les curieux pourront trouver des renseignements inédits sur le grand savant.

C'est en utilisant ces divers éléments que je pus, en une conférence d'une heure, essayer de faire revivre la figure si originale d'André-Marie Ampère, et l'illustrer par la projection d'un certain nombre de documents en partie inédits.

On trouvera plus loin le fac-similé de deux d'entre eux ; il s'agit d'abord de la lettre adressée par A.-M. Ampère à son fils, alors âgé de 20 ans, qui avec quelques amis faisait un voyage en Suisse ; j'ai déjà, dans la séance tenue à la Sorbonne, le 24 novembre 1921, cité une partie de cette lettre ; on la trouvera dans la belle publication faite par notre collègue M. Blondin ; mais jusqu'ici, la lettre autographe n'avait jamais été reproduite; j'ai pu, grâce à l'obligeance de MM. les secrétaires perpétuels de l'Académie, la faire sortir pour quelques jours avec un certain nombre d'autres documents, des archives de l'Académie, et confier ces pièces si précieuses à M. Jeantet, photographe de l'Institut Pasteur, qui les a reproduites avec une rare perfection. C'est grâce à lui que nous pouvons aujourd'hui en mettre une partie sous les yeux de nos collègues. Cette lettre est commencée le mardi 19 septembre 1820, lendemain de la première communication d'Ampère à l'Académie des Sciences, et, terminée le 25 septembre, jour même de la deuxième communication. On y verra que dès ce moment la théorie complète de l'Electromagnétisme était fondée dans ses lignes essentielles qui n'ont pas varié depuis un siècle. Cette impression est confirmée par la lecture du mémoire présenté à l'Académie le 25 septembre, mémoire dont nous donnons un résumé de la main même d'Ampère.

La soirée de ce même jour fut consacrée à une fort belle représentation au Grand-Théâtre de Lille qui, on s'en souvient peut-être, était inachevé au moment de l'occupation, a néanmoins été inauguré et utilisé par les Allemands pendant cette triste période, mais n'a été terminé et inauguré réellement qu'après l'armistice ; les meilleurs artistes de l'Opéra et de la Comédie-Française donnaient un éclat particulier à cette représentation à laquelle assistaient M. Yvon Delbos, sous-secrétaire d'Etat de l'Enseignement technique ; M. Labbé, directeur de l'Enseignement technique ; M. le Préfet du Nord, etc. ; à la suite de la représentation, un souper par petites tables réunissait les invités

Digitized by Google

à l'Hôtel Royal et, suivant la mode moderne, était accompagné de danses auxquelles les jeunes ne furent pas les seuls à prendre part.

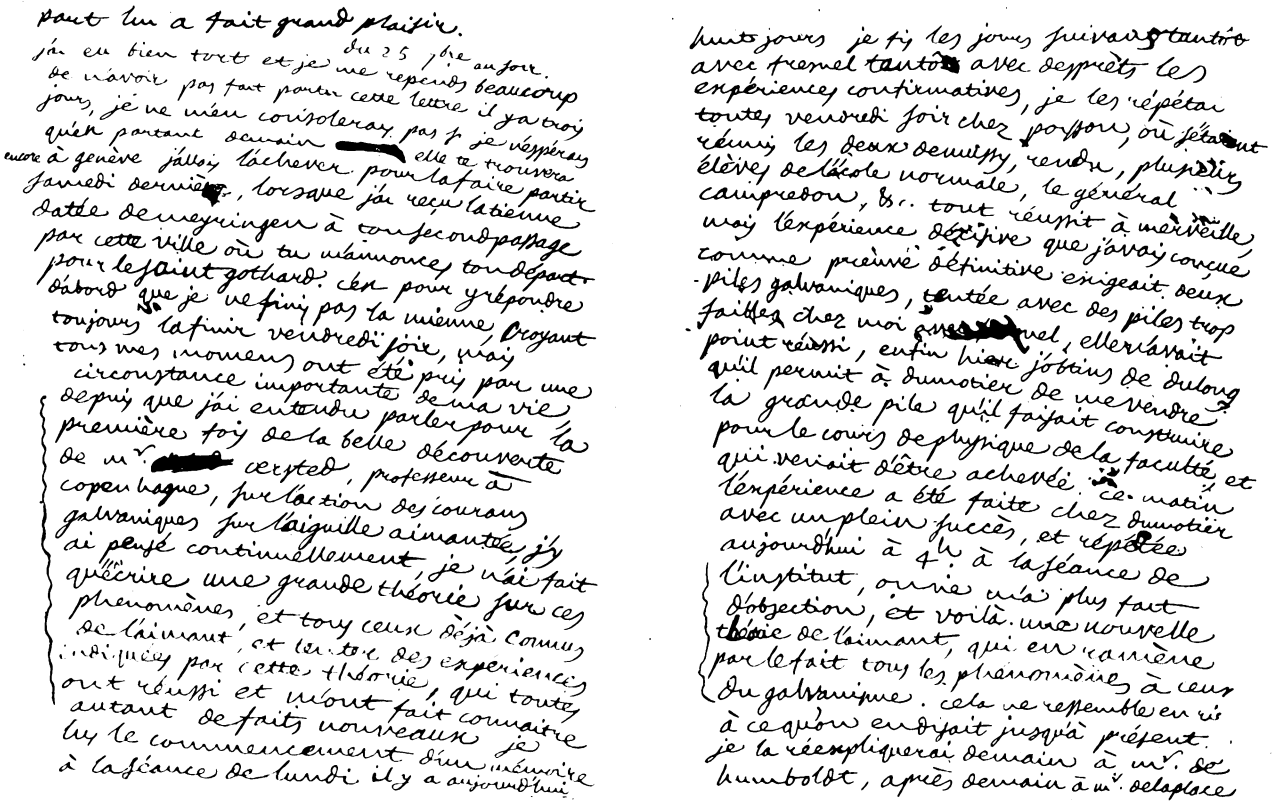
La matinée de dimanche fut consacrée à différentes visites : d'abord, l'inauguration du nouvel Institut d'Electricité et de Mécanique qui, sous la direction de notre collègue M. Swyngedauw, a remplacé l'ancien Institut électrotechnique de Lille, détruit par un incendie pendant l'occupation allemande. Ce nouvel Institut, organisé par la collaboration de l'Université et de l'Enseignement technique, est destiné d'une part à donner des compléments de connaissances pratiques à des ingénieurs déjà formés, et d'autre part à former des monteurs électriciens : il est installé dans des locaux dépendant de l'Ecole nationale d'Arts et Métiers et qui primitivement avaient été destinés à une Ecole de filature et de tissage.

De là l'assemblée, fort nombreuse, se transporta à l'Ecole d'Arts et Métiers où, après un intéressant discours de son excellent directeur, M. Legrand, et une réponse non moins appréciée de M. le sous-secrétaire d'Etat de l'Enseignement technique, elle se répandit dans les vastes locaux de l'Ecole où elle put admirer le bel agencement et les développements récents des ateliers et des laboratoires.

La partie officielle des visites était terminée ; néanmoins M. Labbé voulut bien me demander de l'accompagner dans la visite d'un certain nombre d'Ecoles pratiques d'Industrie ou d'Art décoratif, soit de jeunes gens, soit de jeunes filles, où nous pûmes admirer les progrès réalisés et les excellents résultats obtenus.

Enfin, un banquet présidé par M. le Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement technique et suivi des toasts de circonstance, termina ces belles fêtes de tout point réussies. Nous ne pouvons en effet terminer ce compte rendu sans adresser nos remerciements et nos félicitations au groupe de Lille et à son excellent président, M. Paul Gadenne, qui ont su donner à cette manifestation un éclat et une belle ordonnance dignes de l'anniversaire qu'elle était destinée à célébrer.

Digitized by Google



Fac-similé d'une partie de la lettre de A.-M. Ampère à son fils.

Digitized by Google

COMPTE RENDU DES TRAVAUX DE LA RÉUNION DE LA COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

tenue à La Haye du 16 au 25 avril 1925

par M. DUVAL.

Après avoir rappelé, en quelques mots, le mode de fonctionnement de la Commission électrotechnique internationale et des Comités nationaux, du Comité électrotechnique français en particulier, l'auteur résume les résultats obtenus à la réunion de La Haye sur les points suivants : spécification des machines (limite de température, mesure des pertes, tension d'essai) ; symboles et vocabulaire ; marques à apposer ; moteurs mécaniques ; tensions normales (haute et basse) ; moteurs de traction (spécifications des puissances, échauffement, conditions d'essai) ; huiles pour transformateurs (méthodes et spécifications d'essais) ; règlementation des lignes aériennes ; unification des douilles et culots de lampes.

Le conférencier se félicite des progrès importants réalisés au cours de cette réunion dans l'entente technique internationale.

Le Comité électrotechnique français reçoit des groupements qui le composent les projets de réglementation ou de normalisation, il les examine dans ses divers comités et après approbation les transmet, soit au Comité d'unification au point de vue national, soit au Bureau central de la Commission électrotechnique internationale.

Un grand nombre de documents préparés dans les commissions de l'Union des Syndicats de l'Electricité, c'est-à-dire par les industriels, sont ainsi transmis au Comité électrotechnique français et, après ratification, au Bureau central, siégeant à Londres.

Les premiers travaux de la Commission électrotechnique internationale remontent aux années 1906 et 1908 (réunion d'octobre à Londres) et ont été exposés par M. David dans le « Bulletin » de la Société internationale des Electriciens, N° 78, tome VIII, 2e série.

Si la guerre vint suspendre les travaux de la Commission électrotechnique internationale, elle donna un essor considérable à l'unification car c'est au moment où l'on fut obligé de fabriquer rapidement et aussi économiquement que possible des canons et des munitions interchangeables que l'importance de la normalisation internationale devint évidente.

Certains ingénieurs sont partisans d'une normalisation ou d'une règlementation étroite et excessive, laquelle entraverait tous progrès ; d'autres sont ennemis irréductibles de toute unification qui

Digitized by Google

chagrine leur esprit d'indépendance et d'individualité, mais l'individualisme coûte fort cher. Il faut se défier des extrémistes de chaque opinion, l'unification prouve de très grands avantages de rapidité, d'économie, de simplification, mais à la condition qu'elle ne constitue pas un formalisme rigide et qu'elle demeure toujours en accord avec les besoins et les progrès de l'industrie. Les spécifications nationales ou internationales doivent donc être périodiquement revisées, et à ce point de vue l'établissement de relations périodiques et amicales entre les groupements internationaux présente une importance considérable ; ceci explique les réunions internationales officieuses des comités d'études de la Commission électrotechnique internationale qui préparent les textes définitifs à proposer à l'approbation de la Commission internationale.

Après la guerre, les réunions furent reprises en mai 1919, à Paris, et en octobre 1919, à Londres, et depuis, les congrès tenus à Bruxelles en 1920, à Genève en novembre 1922, à Londres en juillet 1924, où 20 nations étaient représentées, ont permis de reprendre activement l'étude de nombreuses questions qui intéressent les électriciens.

Nous résumons les résultats obtenus durant la récente réunion tenue à La Haye du 16 au 23 avril 1925.

La réunion présidée par M. Semenza, président de la Commission électrotechnique internationale, comprenait 98 délégués représentant 13 nations, parmi les 27 comités nationaux actuellement adhérents à la Commission électrotechnique internationale, la France avait envoyé 13 délégués dont MM. E. Brylinski, président du Comité français, P. Janet, J. Blondin, P. Boucherot, Darrieus, C. Duval, Gault, P. Girault, Peridier, C. Roth et C. Zetter auquel s'étaient joints MM. Ayral, Belloc et Janin pour l'étude de l'unification des douilles et culots de lampes.

Les sujets traités furent nombreux et comprenaient :

1. Spécifications des machines.
2. Symboles graphiques et nomenclature.
3. Marques des bornes des machines.
4. Etude des moteurs mécaniques (moteurs primaires).
5. Etude des tensions normales.
6. Etude des moteurs de traction.
7. Etude des huiles pour transformateurs.

Digitized by Google

8. Règlementation des lignes aériennes.

9. Etude des culots et douilles à vis pour lampes.

Soit neuf comités qui se réunirent chacun durant plusieurs séances, dont nous résumerons brièvement les travaux.

1. Spécifications des machines. — La question des spécifications des machines est une de celles qui a toujours causé les plus grosses difficultés dans les précédentes réunions, car la définition précise de la puissance d'une machine est en corrélation très directe avec les conditions commerciales et le prix de vente des appareils. En particulier la définition du régime de la machine a demandé beaucoup d'études et sur ce point la note préparée par l'Union des Syndicats de l'Electricité relativement aux régimes des machines (note n° 131 quater) a apporté d'intéressantes précisions.

Sous la présidence de M. le professeur Feldmann (Hollande) le comité a conclu à l'adoption d'une limite d'élévation de température de 80° C, mesurée par variation de résistance pour les rotors cylindriques de turbo-alternateurs isolés au mica (classe B), pour les stators de ces mêmes turbo-alternateurs il a admis la mesure par indicateurs internes, l'élévation de température du cuivre ne devant pas dépasser 85° C.

Sur ces stators on a envisagé l'élévation de 80° C par indicateurs internes entre gaines dans le cas de 2 bobines par encoche et de 70° C dans le cas d'une bobine, avec diminution de 1° C par 1 000 volts au-dessus de 7 000 volts.

Les comités nationaux doivent envoyer des propositions précises sur ce sujet en considérant les diverses formes de turboalternateurs et préciser les limites qu'ils admettent.

Une discussion de grande importance a eu lieu sur les rendements, M. Boucherot a fait observer que les tolérances doivent porter sur les pertes réelles et sur les pertes de puissance réactive ; le tableau du comité français (131 quinquies de l'U.S.E.) et celui du Comité italien préparés sur ce sujet ont été examinés, la température de référence de 75° C pour les essais a été adoptée, les comités prépareront des réponses définitives.

Une discussion sur l'essai des diélectriques fit ressortir la nécessité d'augmenter la tension d'essai actuellement fixée à $2\,U+1\,000$, spécialement en ce qui concerne les grosses machines et les turbo-alternateurs ; le Comité suédois proposa la formule $2\,U+50\,\sqrt{P}$ dans laquelle P est la puissance en kilovolts-ampères, des répon-

Digitized by Google

ses seront envoyées sur cette question, et la nécessité de modifier l'ancien règlement fut admise.

2. Symboles ou signes graphiques, nomenclature. — Quarante signes graphiques avaient été adoptés à Bruxelles pour l'exécution des plans et schémas, la liste des symboles acceptés fut portée à plus de 160 à Londres.

Le Comité réuni à La Haye sous la présidence de M. Paul Janet a revisé la liste de Londres, il a rectifié quelques erreurs de texte et adopté définitivement cette liste qui sera publiée et envoyée aux comités nationaux.

Les symboles actuellement adoptés sont les symboles généraux ainsi que ceux qui représentent les machines et les appareils de mesure.

Les Comités sont invités à préparer les listes de symboles relatifs à la traction et à examiner la possibilité d'établir une liste de symboles pour installations intérieures.

En ce qui concerne la nomenclature, quelques nations dont la France, la Grande-Bretagne et la Hollande ont préparé un vocabulaire ; il est décidé que le vocabulaire international sera établi par classes de mots groupés en sections telles que : termes généraux, machines et transformateurs, appareillage, appareils de mesure, transmission et distribution, traction, électrochimie, etc... une sous-commission préparera la liste des mots dont chaque comité national devra étudier la définition dans son vocabulaire national de manière à permettre les comparaisons ultérieures.

3. Marques des bornes des machines. — Divers comités nationaux avaient fait des propositions en vue d'unifier les marques des bornes des machines, en particulier les comités français et suisse, mais les propositions étant très divergentes, on a envisagé de les réunir et de les transmettre aux comités en vue d'essayer de les fusionner.

La couleur rouge a été adoptée pour distinguer la borne positive des batteries d'accumulateurs.

4. Étude des moteurs mécaniques (moteurs primaires). — Sous la présidence de M. Semenza, ce comité s'est réuni pour la première fois en vue d'examiner les propositions présentées par divers comités nationaux et relatives aux turbines hydrauliques, aux moteurs à vapeur et aux moteurs à combustion interne ou à explosion.

Digitized by Google

Un programme d'étude de ce sujet très vaste a été élaboré : une première classe relative aux installations hydrauliques comprendra deux sections, l'une pour les généralités relatives aux cours d'eau et installations, l'autre pour les turbines ; la seconde classe sera relative aux installations thermiques. Le travail préparé par l'Union des Syndicats de l'Electricité (publication n° 199), relatif aux turboalternateurs, qui a été approuvé par le Comité électrotechnique français, pourra utilement servir de base à la préparation des prochaines études.

Il est convenu également qu'en fin du document qui sera ainsi préparé seront rappelés avec précision les symboles et unités adoptés précédemment par la Commission électrotechnique internationale de manière à en diffuser la connaissance et l'emploi.

5. Tensions normales. — Bien que cette question fût fort complexe et n'eût pu provoquer un accord durant les précédentes réunions, le Comité réuni sous la présidence de M. Brylinski a réussi à réaliser un accord complet sur les basses et sur les hautes tensions.

Les résolutions adoptées ont été les suivantes :

	Courant continu :	Courant monophasé :	Triphasé :
A.	110	110	110
	2×110	220	127
	4×110		220
	220		
	2×220		
	440		
B.	115	115	115
	2×115	230	133
	4×115		230
	230		
	2×230		
	460		

Les Comités nationaux adopteront le système A ou le système B, mais un seul système sera en usage dans un même pays. Pour le courant triphasé, les tensions sont prises entre chaque phase et le conducteur neutre.

Les tensions sont toujours mesurées à l'arrivée chez l'acheteur

Digitized by Google

d'énergie, pour la basse comme pour la haute tension. Pour les hautes tensions, la série ci-après a été adoptée :

1 000, 2 000, 3 000, 6 000, 10 000, 15 000, 20 000, 30 000, 45 000, 60 000, 80 000, 100 000, 150 000, 200 000, 300 000 volts.

Les tensions relatives à la traction électrique n'ont pas été arrêtées. Les comités étudieront les tensions à préconiser pour l'essai des appareils, transformateurs, disjoncteurs et isolateurs, ces tensions étant nécessairement plus élevées que celles de la liste précédente.

6. MOTEURS DE TRACTION. — La question des moteurs de traction, abordée pour la première fois à La Haye par la Commission internationale, avait donné lieu à de nombreux rapports des Comités d'Italie, de Grande-Bretagne, de Suisse, des Etats-Unis et de France ; d'autre part, les règlements déjà établis par les Comités nationaux furent examinés. A l'exception de la France et de la Suisse, les Comités semblent disposés à englober dans un même règlement les moteurs de tramway et ceux de grande traction.

On fut d'accord pour retenir les spécifications de la puissance unihoraire et de la puissance continue ; la question des échauffements à admettre fut renvoyée à l'étude des comités nationaux, les chiffres ci-après étant proposés :

	Par variation de résistance	Par thermomètre
	—	—
Classe A. Service continu	85°C	65°C
Classe B. Service continu	105°C	85°C
Classe A. Service pendant une heure...	100°C	75°C
Classe B. Service pendant une heure...	120°C	105°C
Collecteurs :		
Service continu	—	85°C
Service pendant une heure	—	90°C

La température de la salle d'essais n'a pas été fixée avec précision. Le Comité français a proposé 25°C ; l'essai sera fait dans les conditions d'emploi, mais sans ventilation équivalente à celle due au déplacement. M. Péridier a attiré l'attention sur les conditions d'essais des moteurs à réglage de vitesse par shuntage de l'excitation série et sur l'importance de l'essai pratique effectué au moyen de deux moteurs munis de leurs engrenages ; les propositions présentées par lui seront adressées aux Comités.

Digitized by Google

7. Huiles pour transformateurs. — On s'attacha plus spécialement à la critique des méthodes de détermination de la tendance des huiles à former des dépôts.

Le docteur Michie, expert britannique, a présenté un mémoire, et M. Gault, expert français, directeur de l'Institut du Pétrole à Strasbourg, a résumé ses travaux en montrant la difficulté de déceler le mécanisme des transformations des huiles. Il ne croit pas que la méthode Brown Boveri, méthode semi-rapide d'investigation, puisse conduire à un classement des huiles, cette méthode est trop rigide dans certains cas, l'emploi de températures trop élevées pour les essais complique le problème. Les délégués des Etats-Unis, de la Hollande, de la Suède ont étudié respectivement l'influence de la construction des transformateurs sur la formation des dépôts, le point d'inflammabilité, et la résistance à l'oxydation.

M. Snyder, délégué des Etats-Unis, montra les inconvénients d'une température trop élevée pour les essais, ainsi que ceux d'une fixation arbitraire de leur durée ou de l'action d'agents catalytiques tels que le cuivre ou l'acier et il fit ressortir l'impossibilité d'obtenir des essais concordants avec la même huile en employant la même méthode dans le même laboratoire.

Un sous-comité de trois experts : M. Michie pour l'Angleterre, le Danemark, la Hollande, la Suède, la Norvège ; M. Gault pour la Belgique, l'Espagne, la France, l'Italie, la Suisse ; M. Snyder pour les Etats-Unis et le Canada, fut nommé en vue de poursuivre les études. Les experts recevront les descriptions des méthodes d'essais, les examineront et échangeront des échantillons d'huiles afin d'effectuer des essais contradictoires par les diverses méthodes.

Pour la détermination du point d'inflammabilité, l'accord semble fait sur l'emploi de vases fermés ; ce point devra être inférieur à 145° C sans tolérance (les Etats-Unis font des réserves sur ce chiffre), le point de combustion est jugé sans importance, M. Snyder enverra une note sur la correspondance des viscosimètres.

8. Réglementation des lignes aériennes. — Le Comité britannique avait présenté une note faisant ressortir la nécessité d'augmenter les coefficients de sécurité sous l'action du vent pour les lignes de faible section et proposant une formule de régle-

Digitized by Google

mentation exprimant les efforts imposés aux conducteurs de diverses sections ; un grand nombre de comités nationaux firent observer l'impossibilité dans laquelle ils se trouvaient de modifier brusquement leurs réglementations administratives. Il fut en conséquence convenu que la Commission électrotechnique internationale se limiterait pour le moment à la publication d'une comparaison des règles des divers pays et qu'on demanderait ensuite aux Comités nationaux de faire des propositions en vue d'essayer de réunir ces diverses règles en un texte qui puisse devenir international. Il a été d'ailleurs convenu, à la demande des délégués français et britanniques, que les Comités recueilleraient l'avis formel des distributeurs d'énergie électrique de leurs pays sur les textes qui seront présentés.

9. Douilles a vis et culots. — Cette question, déjà examinée à Genève, avait fait l'objet d'un travail très documenté de M. Zetter (publié en 1918 dans la Revue générale de l'Electricité) sur les douilles à vis Edison ; à la Haye, l'étude fut étendue aux douilles à baïonnette.

Le délégué britannique fit connaître que depuis la réunion de Genève, en 1923, les industriels britanniques avaient rapidement avancé dans la voie de l'unification et qu'une entente était très prochaine. Les industriels constructeurs de lampes d'Europe et d'Amérique ont créé un Comité technique qui examine toutes les questions de normalisation des culots et douilles et même des dimensions des lampes ; ce Comité estime devoir arriver à un résultat définitif avant un an, pour les douilles à vis du type ordinaire et Goliath. L'unification des douilles à baïonnette vient également d'être réalisée en Grande-Bretagne et le délégué propose à la Commission électrotechnique internationale d'adopter celle-ci.

Il fut décidé que les constructeurs britanniques et français enverraient au Comité international des Lampes, présidé par le docteur Holst (du Comité hollandais), leurs propositions complètes afin qu'un projet définitif d'unification puisse être présenté rapidement à la Commission, qui le communiquera aux divers comités nationaux.

Le délégué hollandais signala l'utilité d'une étude des dispositions capables d'augmenter la sécurité des personnes et d'éviter les accidents dus aux parties sous tension et accessibles des

Digitized by Google

culots ; cette question est réservée, mais signalée à l'attention du docteur Holst.

Les réunions de ce Comité ont prouvé les avantages résultant de la méthode qui consiste à réunir, pour l'étude des questions à l'ordre du jour, des spécialistes tels que MM. Ayral et Belloc, de la Compagnie des Lampes, et Janin, de la Compagnie française Thomson-Houston, qui, s'étant joints à M. Zetter, ont pu prendre contact avec les constructeurs américains et britanniques.

Comme conclusion, nous pourrons indiquer que sur la plupart des sujets traités, au nombre de neuf, les échanges d'observations entre les délégués des divers comités nationaux ont permis de réaliser des progrès très importants dans la voie de l'unification internationale des règlements, ce qui permettra d'obtenir de grandes économies de temps et de dépense dans l'utilisation des matériaux et des appareils, de réduire les difficultés subsistant dans les échanges et dans l'obtention de pièces de rechange, en résumé de faciliter la production rapide et économique.

Nous terminerons en ajoutant que les membres des comités étrangers invités à La Haye furent très amicalement reçus par le Comité hollandais ; une journée d'excursion permit aux délégués de visiter, d'une part, les merveilleux champs de tulipes qui, en avril, étaient en pleine floraison ; d'autre part, les installations très perfectionnées de digues et de pompage que la Hollande possède depuis plusieurs siècles et qui sont sans cesse complétées par de remarquables installations hydrauliques, la lutte contre la mer étant une nécessité de chaque instant en ce pays.

Digitized by Google

INFORMATIONS
DE LA SOCIETE FRANCAISE DES ELECTRICIENS

1° PRINCIPALES DÉCISIONS DU BUREAU EN JUIN 1925

Dans sa séance du 17 juin, le Bureau a décidé de prendre part à la manifestation organisée le 29 juin 1925 en l'honneur de Galileo Ferraris.

2° REPRÉSENTATION DE LA SOCIÉTE FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS A LA RÉUNION ANNUELLE DE L'ELECTRICKY SVAZ CESKOSLOVENSKY

L'Association électrotechnique tchécoslovaque ayant bien voulu inviter notre Société à se faire représenter à sa réunion annuelle, à Banska Bystrica, nous y avons délégué M. Gruintgens, ingénieur à la Société radioélectrique.

Cette réunion, qui s'est tenue les 31 mai et 1er juin 1925, comportait des discussions sur les modifications à apporter aux règlements électrotechniques tchécoslovaques, des conférences sur les turboalternateurs, sur les installations à vapeur à 100 atmosphères, sur les cahiers des charges pour la fourniture de l'énergie électrique, sur la tarification des petits consommateurs. Des visites furent faites à l'usine hydroélectrique de Tasgenic, aux fonderies nationales de Pod-Brezova et à l'usine hydroélectrique souterraine des mines de Kremica. Les deux journées de travail se sont terminées par des banquets. Notre délégué a adressé, après le Congrès, la lettre suivante au Président :

« Prague, le 4 juin 1925.

« Monsieur le Président,

« Ayant eu le très grand honneur d'assister au 7e Congrès de l'Association électrotechnique tchécoslovaque, je m'empresse de vous exprimer combien j'ai été touché de l'accueil chaleureux que vous avez bien voulu nous réserver.

Digitized by Google

« C'est donc sans tarder que je tiens à vous exprimer au nom de la Société française des Electriciens et en mon nom personnel, nos remerciements les plus sincères.

« Aussi bien par ses brillantes réceptions, ses intéressantes manifestations, que par la beauté de la région qui lui a si heureusement servi de cadre, le Congrès de Banska Bystrica demeurera pour moi comme pour tous ceux qui y ont assisté un inoubliable souvenir.

« Je vous prie, Monsieur le Président, de recevoir ici les compliments de la Société française des Electriciens pour le succès de cette manifestation.

« Il m'est aussi d'un très agréable devoir de vous exprimer les vœux de la Société pour la continuation de la prospérité et du développement de vos associations électrotechniques ainsi que de l'industrie électrique tchécoslovaque.

« Je vous demanderais de vouloir bien donner lecture de cette lettre aux prochaines réunions des différents groupes électrotechniques.

« Ignorant, à regret d'ailleurs, la langue tchèque, je vous prie de vouloir bien m'excuser pour cette solution que j'ai préférée à l'allocution en français lors de vos banquets, dont le sens aurait fatalement échappé à la plus grande partie des congressistes.

« Avec mes remerciement renouvelés, veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma plus haute considération. »

Nous nous joignons à notre Délégué pour remercier vivement le Président et le Comité de l'Association pour l'accueil qu'ils lui ont réservé et qui est venu fortifier encore, s'il se pouvait, les rapports si cordiaux qui se sont établis entre nous au cours de la réception de l'an dernier.

3° PARTICIPATION DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS A LA COMMÉMORATION DE GALILEO FERRARIS A LIVORNO PIEMONTE

Les électriciens italiens ont eu l'heureuse pensée d'offrir à la Municipalité de la ville de Livorno Piemonte, auprès de Turin, la maison où naquit Galileo Ferraris.

Digitized by Google

La Municipalité a décidé, d'autre part, de changer le nom de Livorno Piemonte en celui de Livorno Ferraris.

Le 29 juin a eu lieu, à Livorno, une fête commémorative à laquelle le Président du Comité, l'honorable ingénieur professeur Carlo Montu, a bien voulu inviter spécialement la Société française des Electriciens.

Aucun de nos anciens Présidents et Vice-Présidents n'ayant pu se rendre libre pour cette date, M. Boucherot a bien voulu rédiger l'adresse ci-après reproduite ; le 27 juin, le télégramme suivant a été adressé par la Société à M. Montu et lecture en a été donnée par M. le professeur Ricardo Arno, membre de notre Société :

« Société française Electriciens heureuse de participer à com-
« mémoration de l'immortel génie Galileo Ferraris, félicite col-
« lègues italiens de cette manifestation à laquelle s'associe re-
« connaissance des électriciens du monde entier.

« Président LEBAUPIN. »

Adresse de la Société française des Électriciens à Monsieur le Président du Comité de Fêtes en l'honneur des Galileo FERRARIS

par M. BOUCHEROT

La Société française des Electriciens est heureuse de venir s'associer à l'hommage rendu ici à Galileo Ferraris, le savant italien qui, parmi des travaux du plus haut intérêt, eut la gloire de découvrir que l'on peut mettre en mouvement un système conducteur en le plaçant dans un champ magnétique tournant produit par des courants diphasés circulant dans des enroulements fixes.

Cette découverte a eu, dans tous les pays, une influence énorme sur le développement de l'Industrie électrique et des industries qui utilisent l'énergie électrique, et ce n'est que justice que le monde civilisé participe à cette manifestation.

Dans la noble lutte que les savants, les inventeurs et les ingénieurs de tous pays, soutiennent journellement pour doter l'humanité de moyens de travail toujours plus perfectionnés, qui se retournent malheureusement parfois contre elle pour devenir des moyens de destruction, mais qui, finalement, lui apportent un bien-être toujours croissant, chaque peuple est animé du désir

Digitized by Google

d'être le premier serviteur de l'humanité, chaque pays revendique l'honneur d'être celui qui a apporté la plus grande part à l'héritage de puissance et de gloire que les nations se lèguent et que les siècles accroissent.

C'est qu'en effet chaque être, du plus cultivé au plus ignorant, sent plus ou moins confusément que le trésor des Sciences qui s'est accumulé depuis l'origine des sociétés est plus précieux que tout ce que l'homme a fait produire à la terre, édifié à sa surface, arraché à ses entrailles. Littré observe qu'une catastrophe dissiperait en vain tous les ouvrages de ses mains, parce qu'il saurait refaire à l'instant tout ce qui aurait été détruit et que sa condition n'en serait troublée que pendant un moment. Tandis que s'il venait à perdre ces Sciences qui lui ont tant coûté à acquérir, si son savoir, oublié soudainement, périssait avec les livres qui le renferment, rien ne compenserait pour lui une pareille perte, car, rentré dans une seconde enfance, il errerait, sans pouvoir les imiter et sans même les comprendre, parmi les monuments de générations plus puissantes, comme le troglodyte au milieu des temples splendides et des ruines gigantesques de Thèbes aux cent portes !

Et c'est parce que chaque homme reconnaît, plus ou moins sciemment, que, dans la production humaine, la production intellectuelle est de beaucoup la plus noble et la plus féconde, qu'une saine émulation pousse les peuples à revendiquer chacun l'honneur de la plus grande part dans le progrès des Sciences.

A cet égard, l'Italie marche de pair avec les autres grands pays : même dans les industries dont le développement semblerait exiger l'abondance de certaines richesses naturelles qui lui manquent, son génie lui suffit pour se placer au premier rang. Sur le fronton du monument impérissable que l'élite du monde civilisé a édifié à la gloire de l'Electricité, trois grands noms italiens tiennent la meilleure place :

VOLTA
PACCINOTTI — FERRARIS

M. Montu nous a adressé ses remerciements en ces termes :

« Au nom du Comité, je vous prie d'exprimer à la Société fran-
« çaise des Electriciens nos sentiments de reconnaissance la plus
« vive. Toute manifestation qui se produit en ce moment avec

Digitized by Google

« la participation de nos amis et de nos alliés prend une signi-
« fication tout à fait spéciale, intime et particulière. Nous res-
« sentons une gratitude vraiment fraternelle pour votre Société et
« nous vous prions de témoigner à M. Boucherot nos vifs regrets
« qu'il n'ait pu venir nous lire lui-même son adresse. »

4° EXPOSITION INTERNATIONALE DE T. S. F., CINÉMATOGRAPHIE, MACHINES PARLANTES, JOUETS SCIENTIFIQUES, A GENÈVE

On nous communique la note suivante :

A l'Exposition internationale qui aura lieu à Genève du 9 au 20 septembre prochain, au Palais électoral, trois industries principales seront représentées :

La Téléphonie sans fil, la Cinématographie, les Machines parlantes auxquelles seront joints les Jouets scientifiques.

La T. S. F. formera l'une des parties les plus importantes de cette Exposition, puisque c'est l'Exposition de T. S. F. de 1924 qui a suscité la manifestation de cette année.

L'Exposition de T. S. F. sera divisée en 6 sections :

a) *Appareils d'émission* ou leurs éléments, y compris les émetteurs télégraphiques et les émetteurs pour amateurs ;

b) *Appareils de réception* complets, pièces détachées et accessoires, y compris les cadres, téléphones, haut-parleurs, etc. ;

c) *Sources d'énergie :* groupes générateurs et convertisseurs, accumulateurs, piles, redresseurs, etc. ;

d) *Appareillage :* isolateurs, isolants, fils et câbles, appareils de protection, etc. ;

e) *Radiotélégraphie commerciale ;*

f) *Documentation* relative à la radiodiffusion, l'extension de la T. S. F., etc...

En ce qui concerne la Cinématographie, qui sera représentée par quelques-unes des plus puissantes maisons et dans les stands desquelles des nouveautés de tout premier ordre seront présentées, elle comprendra notamment :

a) *Appareils* de prise de vues, postes de projection, type commercial, courant, types créés en vue de l'enseignement, types réduits pour cinéma en famille, confection du film vierge, optique, appareils électriques et tous accessoires de la branche cinématographique.

Digitized by Google

De petites salles spéciales seront réservées pour les démonstrations.

b) *Films (artistiques, documentaires, scientifiques, pédagogiques)*. Agrandissements photographiques (18 cm×24 cm au minimum). Photographies d'artistes. Dessins animés. Titres. Maquettes de décors. Ameublements. Affiches.

Pour ces deux groupes, de nombreuses conférences seront organisées de façon à satisfaire aussi bien le monde scientifique que le grand public.

En T. S. F. plusieurs postes d'écoute seront installés, lesquels permettront l'audition des principales émissions européennes.

En Cinématographie, une des plus belles salles du Palais électoral sera consacrée à la présentation de films d'un intérêt exceptionnel au quadruple point de vue artistique, documentaire, scientifique et pédagogique.

Une place toute spéciale sera réservée aux films pédagogiques pour répondre aux vœux exprimés par la Commission de coopération intellectuelle de la Société des Nations.

Enfin, les Machines parlantes, notamment les phonographes et gramophones de tous genres qui continuent à avoir la faveur du public et dont la fabrication actuelle constitue une industrie très importante, seront représentées comme suit :

1° *Les appareils complets*, des plus simples aux plus riches, avec ou sans haut-parleur ;

2° *Les pièces détachées* (bras, plateaux, etc.) ;

3° *Les disques* de tous systèmes.

D'autres catégories pourront éventuellement être admises.

D'autre part, grâce à l'aimable et dévouée collaboration du « Syndicat des Fabricants et Marchands de machines parlantes et disques », une Exposition originale sera organisée, afin de permettre au public d'être renseigné sur les nombreux timbres-estampilles que, pour la sauvegarde des droits d'auteurs, on est obligé d'apposer sur les disques.

Digitized by Google

TRAVAUX DES SECTIONS [1]

SOMMAIRE

1re Section. — Définition des grandeurs fondamentales des systèmes triphasés, p. 533.
2e Section. — Présentation de nouvelles lampes à vapeur de mercure, p. 536. — Définition des caractéristiques techniques des lampes à vapeur de mercure, p. 538. — Chauffage électrique par accumulation à la Compagnie du gaz de Lyon, p. 538.
3e Section. — La soudure électrique par points, p. 540.
5e Section. — Commandes à distance synchronisées, p. 541.

1re SECTION. — PRODUCTION ET UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Président : M. Roth.

Séance du 5 mai 1925. — En l'absence de M. Roth, cette séance est présidée par M. Darrieus. — *Définition des grandeurs fondamentales des systèmes triphasés.* — M. Stokvis rappelle que si la tension, le courant, le facteur de puissance d'un courant alternatif simple sont bien définis quand la tension et le courant sont sinusoïdaux, il n'en est plus de même lorsqu'ils présentent des harmoniques. On peut alors substituer, par la pensée, au circuit réel, un circuit fictif dans lequel toute l'énergie mise en jeu par la tension et le courant non sinusoïdaux serait transformée en chaleur. On pourrait ainsi définir un facteur de pureté f_p rapport de l'énergie utilisable sous forme mécanique dans le premier circuit à l'énergie totale dégradée en chaleur dans le second. Dans les circuits polyphasés, l'inégale répartition de la charge entre phases complique le problème : le déséquilibre d'un tel système est caractérisé par la forme des polygones des tensions et des courants (triangle fermé ou ouvert dans le cas des systèmes triphasés, suivant qu'ils sont ou non pourvus de conducteur neutre).

(1) Tout membre de la Société française des Electriciens peut, en adressant une demande au Délégué général, 14, rue de Staël, être convoqué aux séances des Sections.

Digitized by Google

Il est toujours possible de transformer un système triphasé déséquilibré dont le conducteur neutre n'est parcouru par aucun courant, en deux systèmes triphasés équilibrés dont l'un synchrone tourne dans le même sens et avec la même vitesse que le système déséquilibré, tandis que l'autre, dit inverse, tourne avec la même vitesse, mais en sens inverse.

Si le conducteur neutre est parcouru par un courant, il est possible de transformer le système déséquilibré en deux systèmes équilibrés analogues aux précédents et en un courant monophasé.

M. Stokvis propose de caractériser les systèmes déséquilibrés par un ou deux facteurs d'équilibre f_e numériquement égaux au rapport de la composante inverse à la composante synchrone.

Si les tensions sont rigoureusement triphasées, le facteur d'équilibre relatif aux courants déséquilibrés suffira à caractériser le système.

Si les tensions et les courants sont déséquilibrés, l'introduction des deux facteurs sera nécessaire. Les limites des déséquilibrages admissibles seraient déterminées par les valeurs limites fixées pour le facteur f_e.

M. Darrieus fait observer que, dans le cas des courants non sinusoïdaux, la notion de déphasage ne peut être conservée que pour l'onde fondamentale ; il serait vain de chercher à la généraliser par l'intermédiaire de la puissance réactive, car cette notion se dérobe en courants non sinusoïdaux. Le facteur de puissance, au contraire, $\frac{\int ei\,dt}{(\int e^2\,dt \int i^2\,dt)^{\frac{1}{2}}}$ reste défini et mesurable dans tous les cas, notamment en courants non sinusoïdaux et polyphasés déséquilibrés. Les composantes inverse et monophasée du déséquilibrage concourent comme les harmoniques à augmenter le dénominateur sans augmenter la puissance utile au numérateur.

M. Fortescue a répondu (Method of Symetrical Coordonates : *Transactions of American Institute of electrical Engineers*, juin 1918) à la question de savoir s'il est possible d'étendre aux courants polyphasés à n phases les décompositions indiquées pour le triphasé : si le système possède un fil neutre, c'est-à-dire n circuits indépendants, l'ensemble des n tensions ou des n courants peut se décomposer en n systèmes polyphasés symétriques

Digitized by Google

différents, dans lesquels le déphasage entre les vecteurs afférents à deux phases consécutives du système est respectivement :

$$1 \times \left(\frac{2\pi}{n}\right),\ 2 \times \left(\frac{2\pi}{n}\right) \ldots\ (n-1) \times \frac{2\pi}{n},\ \text{enfin } 0 \text{ ou } n \times \left(\frac{2\pi}{n}\right).$$

Il paraît préférable de caractériser le déséquilibrage par l'amplitude de la variation périodique de fréquence double de la puissance instantanée. Cette donnée est tout à fait équivalente à celle du système inverse des courants, quand les tensions sont équilibrées ; or, ce cas devra être réalisé si on veut caractériser le déséquilibrage d'un récepteur indépendamment du réseau qui l'alimente.

Dans le cas général, l'unique donnée de la puissance fluctuante restera le caractère essentiel du phénomène, car elle ne dépend pas du mode de connexion en triangle ou en étoile, elle est invariante à l'égard de toutes les transformations ne mettant pas en jeu de réservoir d'énergie, et enfin elle ne laisse de côté que des aspects accessoires du problème.

La description détaillée du phénomène, outre qu'elle obscurcirait ce point fondamental souvent perdu de vue dans les problèmes de transformation de triphasé en diphasé ou monophasé, nécessiterait l'indication complète du déséquilibrage des tensions ou des impédances, en plus de celui des courants, ainsi que des relations de phase mutuelle, soit au moins 7 quantités dont aucune n'est essentielle ou n'a pas plus de titres à être conservée que les autres.

C'est ce qu'illustre le cas du four Greaves-Eatchell à 3 phases reliées aux 2 électrodes et à la sole et dans lequel il n'y a pas, à proprement parler, de déséquilibrage au point de vue qui intéresse le réseau, bien que les courants et les tensions secondaires soient déséquilibrées. Il suffit, en effet, d'un choix convenable du rapport de transformation par phase, rééquilibrant les tensions au primaire, pour faire disparaître le déséquilibrage des courants parce que, précisément, la puissance fluctuante est nulle.

De la discussion qui s'engage après l'intervention de M. Darrieus, il semble résulter qu'en pratique il est très difficile de faire la part, dans un cas de déséquilibrage, entre celui des tensions du réseau et celui des courants dans un récepteur, ces déséquilibrages réagissant l'un sur l'autre.

Digitized by Google

2e SECTION. — ECLAIRAGE

Président : M. LEBAUPIN.

SÉANCE DU 19 MAI 1925. — 1° *Présentation de nouvelles lampes à vapeur de mercure.* — M. George rappelle qu'à l'inverse de l'arc au charbon, l'arc à mercure dans le vide ne se rallume pas après une interruption de courant ne fut-elle que de 10^{-5} seconde. M. George a été ainsi amené à constituer des brûleurs à 3 électrodes. Chaque moitié du brûleur étant parcourue par un courant toujours de même sens.

Il rappelle les conditions indiquées au 1er avril 1914 à la Société française des Electriciens par MM. Darmois et M. Leblanc pour le fonctionnement de l'arc alternatif. Une de ces conditions était le chauffage préalable de l'électrode, ce qui avait empêché d'obtenir jusqu'à ce jour des réalisations pratiques.

M. George a indiqué dans une note à l'Académie des Sciences du 23 février 1920 qu'il suffisait d'introduire dans le brûleur un gaz inerte sous une pression de 1 cm de mercure pour permettre l'allumage entre électrodes froides sous des tensions supérieures à 500 volts. Les lampes réalisées sur ce principe sont constituées par un tube illuminant reliant deux réservoirs qui contiennent chacun une petite quantité de mercure.

L'allumage se produit dès la mise sous tension. La période qui suit immédiatement l'allumage est celle de la luminescence avec une chute de tension de 2 volts par centimètre ; le spectre contient à ce moment les raies du gaz. Puis le mercure se vaporise, la tension tombe à 0,5 volt par centimètre et après quelques secondes le spectre ne contient plus que les raies du mercure. La tension de vapeur et l'intensité lumineuse croissent alors très rapidement ; la tension aux bornes augmente jusqu'à 40 volts par centimètre. La pression intérieure doit être alors voisine de 2 kg : cm^2.

Le brûleur ainsi réalisé consomme 2 kw, l'appareillage comprend une bobine d'inductance et un transformateur de 3 kw ; l'arc a une longueur de 60 cm. Il semble très facile de construire des brûleurs de 20 kw et plus le jour où les puissants rayonnements ultra violets auront trouvé des applications industrielles.

Actuellement il faut rechercher des lampes de petite puissance pouvant fonctionner sur prises de courant.

La période qui suit l'allumage est instable et pour éviter l'ex-

Digitized by Google

tinction de l'arc il importe de faire monter très vite la tension de vapeur.

Dans le brûleur de 2 kw, les deux électrodes de mercure ne contiennent chacune qu'un cm^3 de métal ce qui constitue un minimum pour assurer la sécurité des contacts avec le fil de scellement.

Il n'est donc d'autre ressource que d'augmenter la tension, ce qui est un inconvénient considérable pour les petits brûleurs.

M. George a donc été amené à envisager l'emploi de la haute fréquence. Le premier brûleur réalisé absorbait 400 watts avec une fréquence de 750 kilopériodes par seconde ; l'encombrement n'était que de 85 mm×40 mm et le poids de 95 g. Il est facile de fournir un brûleur avec circulation d'eau.

Outre le brûleur à courant alternatif, M. George a réalisé des lampes à courant continu et à atmosphère gazeuse caractérisées par la pression de 50 cm de mercure et par la présence des mêmes gaz que dans le brûleur à courant alternatit ce qui permet l'allumage automatique et l'établissement instantané du régime. Le rayonnement très intense comporte, en dehors des raies du mercure, un spectre continu. Dès que l'on ferme l'interrupteur, une lame de nichrome qui fait communiquer l'électrode positive avec le mercure de la lampe, est portée au rouge. Le gaz remplissant l'ampoule se dilate et refoule le mercure dans le tube inférieur et au sommet du tube illuminant ; le mercure s'accumule dans un réservoir en passant par une ouverture qui amortit l'oscillation ; l'arc jaillit et s'allonge au moment où la colonne de mercure se coupe. Lorsqu'il s'éteint le mercure remonte dans le tube.

L'arc ne s'allume à froid et ne se maintient dans un des gaz rares de l'air que s'il est pur et complètement débarrassé de vapeur d'eau. L'azote ne permet pas l'allumage ; l'hydrogène coupe les arcs.

Dans ces lampes, la pression ne peut descendre au-dessous de la pression normale du gaz. La mise en régime de la puissance est instantanée et la lampe possède dès l'allumage tout son éclat, alors que les brûleurs à vide n'atteignent leur régime qu'après plusieurs minutes.

M. George présente des spectres contenant des raies larges et intenses avec un fond continu important. La lampe à haute fréquence présente une émission intéressante dans l'ultra violet.

Digitized by Google

2° *Définition des caractéristiques techniques des lampes à vapeur de mercure.* — M. George fait remarquer que les caractéristiques techniques des lampes à vapeur de mercure sont actuellement fournies en bougies ce qui n'a aucun sens. Elles n'indiquent nullement à celui qui fait usage de l'appareil les services qu'il peut en tirer ; il y aurait donc intérêt à proposer aux médecins une méthode de mesure permettant d'apprécier rationnellement ces lampes.

M. Fabry appuie cette proposition de M. George et il est décidé que la Société se mettra en rapport avec les Sociétés médicales afin de préciser la question.

3° *Chauffage électrique par accumulation à la Compagnie du Gaz de Lyon.* — M. d'Aubenton Carafa, directeur général de la Compagnie du Gaz de Lyon, expose les installations faites et les résultats obtenus à la Compagnie du Gaz de Lyon en vue de l'utilisation, tout au moins provisoire, du courant de nuit. Cette installation a surtout un caractère d'expérience et de démonstration. Elle a été prévue pour maintenir à l'intérieur du bâtiment des bureaux de la Compagnie, une température de 18° C, la température extérieure étant de —10° C. Le volume à chauffer est de 19 000 m³. Il faut en outre assurer le chauffage d'un garage de 1 500 m³ sous verrière. Le calcul faisait prévoir une consommation horaire de 1 300 petites calories par mètre cube et par degré de différence entre la température extérieure et la température moyenne intérieure, ce qui représente 0,5 w-h.

Dans les conditions les plus défavorables, il faudra prévoir pour le chauffage pendant 1 heure une consommation de 287 kw-h soit 3 020 kw-h pendant 10 h 30 de chauffage effectif. Pendant les heures de nuit, le chauffage est réduit à la moitié du chauffage effectif et la consommation est de 930 kw-h soit au total, pour 24 heures, 1 950 kw-h. Le courant pouvant être fourni pendant 9 heures (21 h à 6 h) la puissance utile maxima devra être de 550 kw.

Deux chaudières à électrodes plongeantes système Bergeon-Frodet, de 175 kw chacune sont alimentées par courant triphasé 208 v, 50 p : s et fonctionnant à la pression maximum de 300 g : cm². Chacune est constituée d'un corps cylindrique horizontal de 700 mm de diamètre et de 1,30 m de long. Les électrodes sont constituées par des plaques de fonte isolées entre elles, chacune d'elles étant reliée à une phase de sorte que 3 plaques successi-

Digitized by Google

ves sont sur chacune des 3 phases. Les chaudières sont calorifugées par des briques de liège ; chaque chaudière est reliée d'une part à un serpentin, d'autre part à un bac d'équilibre.

En régime normal, la vapeur formée se condense dans le serpentin tant que la consommation de calories est supérieure à la quantité de calories transportées par la vapeur. Dès que les calories produites ne sont plus absorbées par l'eau des accumulateurs, la condensation cesse, la pression augmente et une partie de l'eau de la chaudière revient au bac d'équilibre ; les électrodes ne sont que partiellement immergées et la production de vapeur se ralentit. A chacune des chaudières est accouplé un réservoir accumulateur d'eau chaude dont le volume a été prévu en tenant compte d'une différence de 21° C entre la température extérieure et la température moyenne. Le calcul montre que dans ces conditions la quantité de grandes calories nécessaires s'élève à 1 950 000, si on ajoute les 420 000 calories nécessaires à la période de chauffage réduit en dehors des heures de fonctionnement, le total des grandes calories à emmagasiner est de 2 370 000. La température de l'eau à la sortie des accumulateurs étant évaluée à 85° C et l'eau de retour étant à 66° C, chaque mètre cube laisse disponible 40 000 grandes calories.

La capacité totale des accumulateurs doit donc atteindre 60 m³; la différence entre la puissance de production des chaudières et la puissance d'absorption des accumulateurs constitue une réserve de puissance qui permet d'avoir facilement, en cas de grand froid, par l'utilisation du courant aux heures creuses du milieu du jour, les calories supplémentaires exigées. En cas d'accident survenant à une chaudière, le régime adopté permet d'alimenter les deux réservoirs à accumulateurs. Chacun des réservoirs a une capacité de 30 m³. Le serpentin de chauffage est constitué par 16 éléments de tubes d'acier représentant une surface de condensation de 20 m². Les accumulateurs sont calorifugés au kieselguhr et par des briques de liège.

Pendant 6 mois d'hiver la consommation journalière moyenne a varié de 1 747 à 3 652 kw-h.

Pour amener les usagers à utiliser l'énergie électrique à des heures creuses, la Compagnie du Gaz de Lyon a mis en vigueur, dès 1922, un tarif spécial dont les dispositions avantageuses admettent, pour le chauffage par accumulation avec interruption de 15 à 20 h, le tarif de la force motrice mais sans la taxe fixe men-

Digitized by Google

suelle de 5 fr par cheval et avec une réduction de 20 pour cent sur le montant mensuel de consommation, du 1er mars au 30 septembre.

Les installations inférieures à 15 chevaux bénéficient du tarif correspondant à cette puissance.

En définitif les prix s'échelonnent de 17 centimes à 8,5 centimes le kilowatt-heure suivant les puissances installées.

3e SECTION. — ÉLECTROCHIMIE, ÉLECTROMÉTALLURGIE

Président : M. CHAUMAT.

SÉANCE DU 16 MAI 1925. — *Appareils nouveaux pour la soudure électrique par points.* — M. Brandt expose que la difficulté du problème réside dans le grand nombre de facteurs qui interviennent, tels que la pression, l'intensité du courant, la durée de l'opération, les pertes par convection. Les idées fondamentales qui ont conduit M. Brandt à la réalisation de ses appareils sont entre autres les suivantes :

1° Utiliser de bons transformateurs sans fuites, en renonçant à l'autorégulation que l'on cherchait autrefois à obtenir en réalisant intentionnellement un appareil médiocre.

2° Régler séparément la tension électrique et la pression mécanique suivant le travail à effectuer.

3° Réduire la durée de l'opération pour éviter les pertes par convection : ce qui revient à mettre en jeu une puissance suffisante.

4° Couper le courant dès que la soudure est obtenue, en employant un interrupteur à action différée très précis dont le réglage est asservi à l'intensité employée.

Le réglage et l'asservissement doivent d'ailleurs être adaptés à chaque genre de travail.

On peut ainsi souder l'un à l'autre, par points, les métaux les plus conducteurs, en refroidissant artificiellement les électrodes, s'il est nécessaire.

On a pu effectuer au maximum 4 000 soudures à l'heure et, en travail courant, de 500 à 2 000 suivant la nature et la forme des pièces.

Quand il s'agit d'assembler des tôles, la soudure par points remplace le rivetage, mais il est nécessaire de chauffer les tôles au rouge avant d'y appliquer la pression.

Digitized by Google

M. Brandt présente ensuite à la Section des pièces soudées des formes les plus diverses. Puis les membres présents se rendirent à la Foire de Paris, où M. Brandt leur fit fort aimablement les honneurs de son stand et où ils virent fonctionner ses très intéressants appareils.

5e SECTION. — TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE, TRANSMISSION PAR ONDES

Président : M. BETHENOD.

SÉANCE DU 3 MAI 1925. — *Commande à distance synchronisées.* — M. Carlini montre l'importance qu'ont prise leurs diverses applications : téléphones automatiques, compteurs de distribution, transmetteurs d'images à distance, contrôleurs d'unités multiples, transmetteurs d'ordres, etc. Il paraît y avoir intérêt à présenter sur ces questions une étude d'ensemble. M. Carlini a cherché à classer les solutions adoptées, à dégager leur principe, à établir leurs caractéristiques, à fixer les limites de leur utilisation. En particulier, il s'est attaché à préciser la notion du synchronisme entre un organe menant et un organe mené, en la distinguant de la notion d'asservissement avec laquelle on la confond trop souvent. Il a pris pour base de classification, le principe sur lequel chaque appareil est établi et qui est, en général, défini par l'appareil récepteur. Il distingue ainsi :

1° Les commandes utilisant comme récepteurs des électroaimants (transmetteurs d'ordres, appareils de téléphonie automatique, relais) ;

2° Les commandes utilisant des moteurs asservis (moteurs se déplaçant d'un angle donné pour un déplacement angulaire donné de l'organe de commande) ;

3° Les commandes utilisant des moteurs synchrones qui peuvent être : *a*) à champ constant ; le transmetteur étant un alternateur ou un générateur polymorphique fournissant du courant à fréquence variable. La théorie établie par M. Carlini amène à des résultats entièrement différents des diagrammes ordinaires. *b*) A champ variable, comme le moteur Siemens ;

4° Les commandes différentielles utilisant les appareils de zéro (ponts de Wheatstone en courant continu ou alternatif employés comme transmetteurs d'ordres ou avertisseurs) ;

Digitized by Google

5° Les commandes utilisant la synchronisation dans le temps (télégraphe Baudot) ;

6° Les commandes voltmétriques (instruments de mesure donnant des indications synchrones quand le phénomène à mesurer dans les divers postes est identique).

Après discussion, la Section décide de porter la question à l'ordre du jour de la semaine de discussions d'octobre 1925, et prie M. Carlini, qui accepte, de vouloir bien se charger du rapport.

Digitized by Google

ECHOS DES SOCIETES ETRANGERES

SOMMAIRE

American Institute of electrical Engineers. — Journal de mai 1925 :
Sommaires des principales communications. — *a*) Eclairage : Equipement pour l'éclairage électrique des automobiles, p. 543. — *b*) Appareillage, canalisations, traction : 1° Moyens de communication dans l'exploitation des chemins de fer ; 2° Facteurs concernant le projet de moteurs pour locomotives ; 3° Détérioration du papier imprégné pour câbles ; 4° Défauts des isolateurs à disques pour lignes de transport d'énergie à haute tension, p. 544-548. — *c*) Chauffage industriel : sur les possibilités d'extension des centrales électriques en vue de la chauffe industrielle, p. 548-549.

Institution of electrical Engineers. — Journal de mai 1925 :
Sommaires des principales communications. — *a*) Appareillage : Dispositifs de protection, p. 550. — *b*) Télégraphie, téléphonie : Amortissement optimum dans la réception au son des signaux de télégraphie sans fil ; expériences acoustiques sur les récepteurs téléphoniques, p. 550. — *c*) Recherches physiques : Forces électriques et quanta, p. 551.

Associazione elettrotecnica italiana. — Elettrotecnica de mai 1925 :
1° *Notes de l'Association.* — Groupes de Milan et de Turin, p. 551-552.
2° *Sommaires des principales communications.* — *a*) Eclairage : Signalisation des côtes et des ports, p. 552. — *b*) Traction : des règles spéciales pour moteurs de traction ; Nouvelles automotrices à courant continu à 4 000 volts, p. 552-553. — *c*) Appareils et méthodes de mesure ; chute de tension et rendement des transformateurs ; Détermination du courant primaire dans les transformateurs (mesures à vide et en court-circuit) ; Représentation au moyen du rayonnement d'un tube de Braun du fonctionnement, p. 553-554.

Association suisse des Electriciens. — Bulletin de mai 1925 :
1° *Communications des organes de l'Association.* — *a*) Rapport à l'Assemblée générale, p. 555. — *b*) Rapport du Comité électrotechnique suisse, p. 555. — *c*) Rapport de la Commision permanente des corrosions, p. 556. — *d*) Principes d'établissement des normes et de délivrance de la marque de qualité pour les installations intérieures, p. 556. — *e*) Rapport du Secrétariat commun de l'Association et de l'Union des Centrales, p. 556.
2° *Sommaires des principales communications.* — Appareils et méthodes de mesure : Recherches expérimentales sur le court-circuit brusque dans les alternateurs, p. 557.

Société belge des Electriciens. — Bulletin de mai 1925 :
Sommaires des principales communications. — Participation des électriciens belges aux Expositions, p. 557-558.

AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS
(Journal de février 1925)

Sommaires des principales communications. — *a*) Eclairage.

Equipement pour l'éclairage électrique des automobiles, par J.-H. Hunt, 304 mots, 1 figure. — L'éclairage électrique est employé depuis longtemps pour les automobiles. Au début, le courant était

Digitized by Google

fourni par des batteries d'accumulateurs. Après 1910, les générateurs de charge et les perfectionnements des lampes à filament métallique ont conduit à l'emploi de lampes à réflecteur. Un point important est la nécessité d'avoir un éclairage suffisant sans incommoder le conducteur de la voiture que l'on croise.

Le problème a été étudié par la « Illuminating Engineering Society » et la « Society of Automotive Engineers » qui ont établi la « Réglementation T. E. S. » pour l'éclairage par les lampes placées à l'avant des automobiles. L'application de ces règles donne des résultats très satisfaisants quand les conditions de la route sont bonnes, mais laisse à désirer dans le cas contraire. (Routes de campagne, tournants brusques), etc...

Pour obtenir un faisceau lumineux conforme aux prescriptions T. E. S., on emploie un simple réflecteur parabolique combiné avec une lentille spéciale (munie de sections prismatiques). En remplaçant cette lentille par un miroir convenablement taillé on arrive à obtenir un éclairage latéral suffisant, sans accroître la profondeur du faisceau lumineux.

Les meilleurs résultats ont été donnés par des miroirs composés de petites sections verticales, chacune de ces sections étant engendrées par une ligne droite se déplaçant parallèlement à elle-même et en suivant le sommet d'une parabole. Le foyer de cette parabole se trouve sur le filament de la lampe.

Il reste encore un grand effort à faire avant d'arriver à perfectionner l'équipement pour l'éclairage électrique des automobiles. Certains facteurs, comme l'inclinaison de rayon lumineux, l'éclairage à l'arrêt, etc., sont aussi à considérer. Le mieux est d'éclairer l'espace immédiatement voisin (et spécialement à gauche). L'illumination des routes par un système d'éclairage permanent simplifierait beaucoup ce problème.

Des essais faits pour l'emploi de la lumière polarisée dans un plan convenablement choisi (par une solution de Tourmaline) et sur l'utilisation d'un système de filtres à deux couleurs différentes suivant la direction, sont surtout intéressants au point de vue scientifique, mais n'ont donné aucun résultat pratique.

b) Appareillage, canalisations, traction.

1° *Moyens de communication dans l'exploitation des chemins de fer*, par I.-C. Forshee, 606 mots. — *Télégraphe.* — Ses progrès ont toujours été étroitement liés à ceux des chemins de fer. Les

Digitized by Google

installations anciennes utilisent le Morse. Ensuite nous trouvons le duplex et le multiple utilisés entre stations terminus et relais. Puis le télégraphe imprimeur qui a les avantages suivants : *a*) il permet de reproduire les dépêches en plusieurs exemplaires ; *b*) il ne nécessite qu'un court apprentissage de l'opérateur. Celui-ci, en cas d'interruption de la ligne, n'est pas obligé d'arrêter son travail, la transmission se faisant dès que la ligne est réparée. Outre les dépêches de service, le télégraphe est encore utilisé par les voyageurs, non seulement dans les bureaux de télégraphe, mais en cours de voyage.

Des combinaisons de lignes peuvent être faites entre télégraphe et téléphone, ainsi deux paires de lignes utilisées pour le téléphone peuvent fournir 3 lignes téléphoniques et quatre télégraphiques en duplex, le tout fonctionnant simultanément sans influences réciproques.

Le *service de l'heure* est exclusivement assuré par le télégraphe utilisant les lignes téléphoniques. L'observatoire des Etats-Unis transmet ainsi l'heure à midi et à minuit.

Téléphone. — Ce service est très utile aux services des chemins de fer. Pour les communications lointaines dans les grandes villes les différents services sont reliés avec la gare par téléphone (standard, semi-automatique ou automatique). Le système automatique généralisé (consolidation P. B. X.) permet de réunir à un office principal des services téléphoniques lointains au moyen de tableaux d'appareillage automatique. Des interrupteurs et des sectionneurs permettent la transmission de messages télégraphiques. Des services téléphoniques (généralement simplex) sont aussi organisés pour les stations intermédiaires entre deux grandes stations éloignées, pour la signalisation au passage des ponts, pour les voitures d'observation, pour les appels du personnel, etc.

Le Téléautographe. — Employé pour ne pas attarder les trains à l'arrivée et au départ. C'est un service local très important pour les bagages. Il peut comprendre un ou plusieurs transmetteurs et récepteurs, fonctionnant simultanément.

La T. S. F. — Elle pourrait être la solution du problème de communication directe, mais plusieurs facteurs interviennent : les courbes de la voie changeant la direction de l'antenne, la nature variable des sous-sols provoquant des variations dans l'in-

Digitized by Google

tensité des signaux de réception (fading), des « écrans » constitués par les tunnels ou les ponts réduisant ou éteignant complètement les signaux ; les bruits provenant des générateurs électrique, les phénomènes atmosphériques causent aussi des perturbations.

Construction de la ligne. — Les lignes le long de la voie sont toujours exposées aux gaz et vapeurs provenant de la locomotive ; leur construction et le choix des matériaux et de l'appareillage (isolateurs, etc.) doivent être très soigneusement étudiés.

L'importance du système de communications des chemins de fer est du même ordre que celle d'une grande société téléphonique et télégraphique.

2° *Facteurs concernant les projets de moteurs pour locomotives*, par Ralph-E. Ferris, 280 mots, 11 figures. — Pour établir un projet de moteur de traction, il faut tenir compte de deux facteurs : le poids du moteur et la place qu'il peut occuper. Ce dernier facteur est d'ailleurs d'une importance moindre dans le cas d'une locomotive de grandes dimensions.

Le calcul est conduit de façon à obtenir le rendement du moteur en kilowatts en fonction des dimensions de l'armature et d'une constante empirique. La distance moyenne entre les roues ou les côtés de la locomotive est divisée en deux parties : l'une qu'on considère comme une quantité constante (et dont la valeur dépend du cas considéré), et l'autre qui est variable. On arrive à des expressions qui sont en fonction du diamètre de l'armature, et l'équation finale donne le rendement du moteur.

En comparant les résultats obtenus par des moteurs de types différents, on déduit qu'il y a avantage à utiliser des tensions peu élevées (environ 1 000 volts), que la commutation limite le nombre de pôles et qu'il y a aussi une limite pour la puissance qui peut être placée entre les roues.

Le choix du type de moteur peut être guidé par les considérations suivantes :

1) Si l'arbre peut supporter des charges importantes : les moteurs peuvent être montés directement sur l'arbre.

2) Si la puissance sur l'arbre est limitée par le moyen de transmission de la puissance aux roues : les moteurs peuvent être montés sur axe centré et l'entraînement se fait par engrenage.

3) S'il n'y a pas pratiquement de puissance demandée : les

Digitized by Google

moteurs peuvent être à tige latérale ou à engrenage et tige latérale.

4) Si la puissance suffisante et la charge légère sur l'arbre : les moteurs peuvent être sans engrenage.

Des courbes dressées pour chaque cas examiné dans les calculs permettent de mieux se rendre compte des conclusions précédentes.

3° *Détérioration du papier imprégné pour câbles, par la seule action de la température*, 329 mots, 28 courbes, 7 figures. — Des essais ont été exécutés en 1922 au « Massachussets Institute of Technology » pour déterminer sur un grand nombre d'échantillons de câbles à isolant de papier imprégné, le maximum de sécurité qu'ils présentaient au point de vue mécanique, pour l'application d'une température continue.

La méthode générale consistait à soumettre plusieurs éprouvettes (de 150 mm de long) de l'échantillon de chaque câble à essayer, à des températures différentes. Le papier de l'échantillon était ensuite soumis à des essais divers.

On se servait de fours électriques à contrôle de température automatique portés aux températures suivantes : 80° - 90° - 100° 120 - 140° C. Les éprouvettes étaient retirées du four à des intervalles déterminés et les bandes de papier étaient soumises, dans des conditions d'humidité contrôlées, aux essais suivants :

a) 12 essais à la rigidité diélectrique (entre électrodes distantes de 7 mm).

b) 12 essais à l'effort de tension (appareil spécial).

c) 12 essais à l'effort de rupture (machine Elmendorf).

d) 12 essais à l'effet de percement (machine Mullen).

e) 12 essais à la résistance au pliage (machine M.I.T.).

Des essais faits et des courbes obtenues en fonction de la température, on déduit que :

1° La rigidité diélectrique propre au ruban de papier reste pratiquement constante ;

2° La résistance au pliage décroît rapidement ;

3° Il n'y a pas de différence sensible sur le papier imprégné suivant que le mélange est minéral ou végétal, que la tension appliquée est forte ou faible, que les câbles sont neufs ou usagés;

4° Le chauffage continu ou discontinu à haute température produit la même usure.

Digitized by Google

5° Pour l'humidité absolue, un maximum de 8 cg de vapeur d'eau par kg d'air sec était adopté comme assurant une marge assez large pour la durée des essais.

4° *Défauts des isolateurs à disque pour lignes de tranport d'énergie à haute tension,* par Harisson, D. Panton, 212 mots, 2 figures, 5 courbes. — Un rapport a été présenté sur ce sujet en 1922 à la Convention du Pacifique de l'Institut américain des Ingénieurs-Electriciens. Des essais exécutés en 1923 et 1924 par la « Yadkin River Power Company » sur une de ses lignes, ont permis de mettre au point les résultats et les courbes obtenus précédemment (essais de 1919, 1920 et 1921).

Ces essais ont porté sur des isolateurs de type « à suspension » On a étudié 5 995 défauts (sur un nombre total de 31 595 disques) suivant la position des disques dans un ensemble de 7 disques.

Il faut noter qu'on n'a pas tenu compte des détériorations pouvant provenir d'accidents ou de troubles dans la ligne ; on a seulement considéré les défauts résultant des essais courants.

Les résultats sont résumés en tableaux :

Des figures permettent de comparer les courbes pour 31 164 isolateurs à disques du type ordinaire 1912-1924 et les courbes du gradient de potentiel et du degré de détérioration pour 31 164.

c) Chauffage industriel.

Sur les possibilités d'extension des centrales électriques en vue de la chauffe industrielle, par Ipsen. — Le succès obtenu pendant ces dernières années par la chauffe électrique montre qu'elle contribuera au développement des centrales.

Quand la puissance utilisée pour le chauffage par l'électricité égalera celle utilisée en force, ce mode de production de chaleur pourra supplanter tous les autres.

En général, par la chauffe électrique on obtient des produits meilleurs, un travail plus facile, un rendement supérieur, une réduction de main-d'œuvre, une marche continue ; tous ces avantages compensent une dépense légèrement plus élevée.

L'article signale spécialement certaines opérations de fabrication et le traitement de certaines matières premières, nécessitant une importante quantité de chaleur.

Traitement de l'acier. — La chaleur est employée : au recuit, à la trempe, l'étirage et la carburation.

Digitized by Google

Dans les fours électriques à acier, aucun effet d'oxydation ne se produit et toute la chaleur fournie est utilisée à chauffer le métal. Ce mode de recuit est actuellement devenu général en Amérique.

Recuit du cuivre et du laiton. — Dans la fabrication des fils, il est nécessaire de recuire plusieurs fois, et le recuit final est souvent d'une importance capitale pour certains usages.

Ex. : Le cuivre destiné aux dynamos demande une grande ductibilité afin d'éviter la cristallisation et la rupture par les trépidations.

Pour ces opérations les fours électriques donnent les meilleurs résultats.

Email vitrifié. — Un enduit vitreux est appliqué sur le métal porté à haute température pour rendre l'adhérence meilleure : on applique sur le métal une pâte de verre pulvérisé, ou on le trempe dans une solution (pour les ustensiles de cuisine) ou on le saupoudre (ustensiles en fer, objets sanitaires).

L'avantage des fours électriques est la pureté du milieu chauffé évitant ainsi la présence de tout corps étranger dans l'émail.

Verre. — On ne peut refroidir rapidement le verre tel qu'il sort des moules. Il faut le faire graduellement. Il y a certaines températures critiques dans la courbe de refroidissement du verre qu'il est nécessaire de respecter, on y parvient par le chauffage électrique.

Fours à cuire. — Employés soit pour le vernissage en laque (automobiles, machines à écrire, etc.), soit pour la cuisson du pain utilisée avec succès dans les hôtels et les petites boulangeries. Le prix de revient est plus élevé, mais la qualité des produits obtenus est meilleure, et la rapidité du travail est plus grande.

Citernes à imprégner. — L'usage du chauffage électrique est tout indiqué pour les citernes servant à imprégner dans le vide, parce qu'il assure une température suffisamment élevée sans influer aucunement sur la pression.

Ce court énoncé appliqué à des installations tout à fait particulières, montre une partie du champ inépuisable ouvert au chauffage par l'électricité, et par conséquent le développement futur des stations centrales nécessaires.

Digitized by Google

INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS

(Journal de mai 1925)

SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — *a*) Appareillage.

Dispositifs de protection dans les installations électriques, par Clothier, 11 400 mots, 35 figures et schémas, 2 courbes. — L'auteur rappelle les accidents divers qui, dans une installation de production et de distribution d'énergie électrique menacent le personnel et le matériel et il conseille l'adoption des mesures générales suivantes : enfermer l'ensemble de l'installation dans une enveloppe protectrice métallique ; réunir d'une manière stable le point neutre à la terre ; vérifier par des essais fréquents que tous les mécanismes de protection fonctionnent bien.

Il examine successivement le mode de construction de l'enveloppe métallique qu'il préconise, le principe d'établissement et le fonctionnement des disjoncteurs, la disposition des barres omnibus, les coefficients de sécurité à adopter pour la rigidité diélectrique des diverses parties de l'isolant, les déchargeurs, les mesures à prendre pour assurer la sécurité du personnel travaillant sur les lignes, les dispositifs de signalisation et de verrouillage, les procédés divers de localisation des défauts ou des parties d'installation avariées.

En traitant ce dernier point, il insiste surtout sur la stabilité qui constitue, pour les appareils employés à cette fin, une qualité plus importante que la sensibilité. L'expérience la plus récente a montré, en effet, que ces appareils peuvent être influencés notamment par les oscillations de haute fréquence sur les lignes de transmission, par l'induction entre celles-ci et les fils pilotes. Il termine par l'examen des effets dus au voisinage des lignes téléphoniques et des lignes de transport et il en tire un nouvel argument en faveur de la mise à la terre du neutre et de la localisation immédiate des défauts.

Cette communication a été copieusement discutée au Siège de l'Institution et dans divers groupes de province. Le compte rendu de la discussion n'occupe pas moins de 25 pages du journal.

b) Télégraphie, téléphone, transmissions par ondes.

L'amortissement optimum dans la réception au son des signaux de télégraphie sans fil, par Turner et Best, 2 800 mots, 2 figures, 1 appendice de 270 mots sur l'effet de la substitution, comme cir-

Digitized by Google

cuit oscillant, d'un circuit d'onde à une résistance pure. — L'auteur rend compte du résultat des expériences qu'il a entreprises pour déterminer à quel degré il convenait de réduire l'amortissement des récepteurs utilisant le redresseur et le téléphone pour la réception d'ondes entretenues.

Expériences acoustiques sur les récepteurs téléphoniques, par Mallett et Dutton, 7 000 mots, 10 figures, 14 courbes, 10 tableaux.

Les auteurs ont employé un disque de Rayleigh pour déterminer la fréquence propre d'un récepteur téléphonique dans diverses conditions de serrage du disque et pour diverses dimensions de l'espace d'air situé derrière le diaphragme. Ils ont exploré avec ce disque le champ sonore devant un tube résonant et mesuré les pressions sonores. Ils ont effectué des mesures directes sur le rendement total des récepteurs téléphoniques.

c) Recherches physiques.

Seizième conférence Kelvin. Forces électriques et quanta, par Jeans, 6 300 mots, 2 figures. — L'auteur, après avoir rappelé que l'hypothèse de l'existence d'un éther électromagnétique était née de la répugnance de Maxwell et de Faraday à admettre la possibilité des actions à distance, remarque que si l'éther existe réellement, il doit être très différent de celui de ces deux savants ; il doit être envisagé à un point de vue beaucoup plus subjectif et étudié avec quatre dimensions. Chacun de nous, dit-il, porte avec lui son éther particulier comme il porte avec lui l'arc-en-ciel. Rappelant la conception d'Einstein sur l'espace-temps et la théorie électromagnétique de Weyl, il passe ensuite à la constitution de l'atome, à la théorie des quanta et il termine par des considérations sur la nature des radiations.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

(« L'Elettrotecnica » de mai 1925)

1° Notes de l'Association.

a) *Groupe de Milan.* — Le 27 mars 1925, M. Anau a présenté une communication sur les *commandes à distance* et sur les centrales hydroélectriques automatiques, communication dont le sommaire a paru au Bulletin de mai de la Société française des Electriciens. Il a énuméré les Sociétés italiennes déjà nombreuses qui emploient les commandes à distance, ajoutant que la Société Turri installe à Bologne un chercheur de synchronisme

Digitized by Google

qui sera exposé à Paris et à Grenoble ainsi qu'un sélecteur de synchronisme.

b) *Groupe de Turin.* — Le 20 mars 1925, l'Assemblée générale annuelle du groupe s'est tenue sous la présidence de M. Palestrino qui a pu annoncer que le nombre des adhérents au groupe de Turin atteint maintenant 851, grâce à l'active propagande qui a été faite.

Après le rapport annuel, le Président fit une communication sur la question des *fréquences dans les échanges d'énergie* entre les grands réseaux de distribution. Il présenta des diagrammes montrant que la méthode actuelle qui consiste à établir pour 46 p : s, les machines devant fonctionner aussi bien à 50 qu'à 42 p:s est peu satisfaisante, car pour les deux fréquences extrêmes, le rendement de la machine est défectueux ; le fonctionnement des turbines hydrauliques à fréquences supérieures à la normale est plus mauvais qu'aux fréquences inférieures ; pour les transformateurs, l'élévation de la fréquence est, à égalité de tension, toujours favorable ; la diminution de la fréquence réduit leur puissance apparente. L'auteur propose que dans le cas des stations devant fonctionner à deux fréquences, les turbines et alternateurs soient établis pour 48 p:s, car ainsi qu'il le démontre, la variation de rendement est la même de 48 à 50 que de 48 à 42 p:s.

2° SOMMAIRES DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS. — *a*) Eclairage.

Eclairage et signalisation des côtes et des ports, par. Luria, 2e partie, 1 500 mots, 3 figures, 2 cartes (1).

L'auteur passe en revue les signaux modernes utilisés en temps de brouillard ; il relate les plus importants progrès réalisés depuis 1911 pour l'éclairage et la signalisation des côtes italiennes, et il termine en énumérant les principaux travaux exécutés par le Service des Phares d'Italie.

b) Traction.

Des règles spéciales pour moteurs de traction (communication présentée à la commission électrotechnique internationale, La Haye, avril 1925), par Vallauri, 8 400 mots, 1 courbe. — Dans la première partie, l'auteur expose les raisons théoriques et pratiques qui justifient un régime spécial pour les moteurs de traction ; dans la deuxième, il étudie leur échauffement, la raison

(1) Le sommaire de la première partie a paru au *Bulletin* de mai 1925.

Digitized by Google

d'être et l'usage pratique des « puissances conventionnelles », définies par les règles spéciales.

Nouvelles automotrices à courant continu à 4 000 volts de Turin-Ciriè-Val de Lango, par Favia, 1 800 mots, 6 figures. — L'auteur décrit ces nouvelles voitures dont l'aménagement a été rendu difficile par le manque de place. Elles ne portent que deux moteurs en série sous 4 000 volts, ce qui limite la gamme des vitesses disponibles, mais assure d'autre part une plus grande simplicité d'équipement.

c) Appareils et méthodes de mesure.

A propos de la chute de tension et du rendement des transformateurs, par Barbagelata, 1 250 mots, 1 figure, 2 diagrammes. — L'éditorial, qui annonce cet article, rappelle que, à la dernière réunion de La Haye, M. Boucherot a proposé de ne plus parler, dans les conditions de réception, de garantie de rendement et de facteur de puissance pour les moteurs à induction, ni de courant magnétisant pour les transformateurs, mais de préciser les pertes, soit en puissance réelle, soit en puissance réactive. L'auteur de l'éditorial estime que cette proposition, tout en étant parfaitement rationnelle, paraît un peu prématurée, étant donnée l'énorme passivité que rencontre la moindre innovation proposée (1).

Avec la complexité toujours croissante des installations modernes, ajoute-t-il, c'est, en général, une simplification et parfois une nécessité de considérer séparément l'énergie réelle et l'énergie réactive. Dans les échanges d'énergie entre réseaux, par exemple, il arrive que les deux espèces d'énergie circulent en sens inverse le long d'une même ligne. Il vaut mieux, dans ce cas, s'appuyer sur le théorème de Boucherot pour additionner algébriquement les puissances réelle et réactive dans les diverses parties du circuit. C'est ce que fait M. Barbagelata en montrant que ce théorème permet de déduire des essais à vide et en court-circuit toutes les caractéristiques d'un transformateur

Détermination du courant primaire dans les transformateurs (mesures à vide et en court-circuit), par Rebora. (Communication présentée au groupe de Milan le 3 avril 1925), 2 800 mots, 9 diagrammes. — L'auteur ayant remarqué que les règlements des

---

N. D. L. R. — Cette passivité ne doit-elle pas au contraire conduire logiquement à hâter les propositions d'innovations rationnelles ?

Digitized by Google

divers pays sont muets sur la valeur à assigner au courant primaire des transformateurs, a fait une enquête auprès des constructeurs italiens. Il a pu constater que ceux-ci ne procédaient pas d'une manière uniforme. Après avoir passé en revue les méthodes actuellement utilisées, il en propose une nouvelle basée sur la composition des puissances active et réactive.

Il ajoute que, pour les transformateurs de séries courantes, il est préférable de conserver des méthodes approximatives, plus simples. Tous les transformateurs d'une même série doivent toutefois être munis d'une plaque identique et par suite consommer le même courant primaire. Les transformateurs peuvent être classés suivant leur puissance apparente, sans mentionner leur facteur de puissance. Il propose en outre d'indiquer les données suivantes pour un facteur de puissance primaire égal à l'unité : Pertes dans le cuivre correspondant aux pertes en court-circuit, obtenues en faisant passer dans le secondaire le courant normal porté sur la plaque et ramenées à la température conventionnelle de 75° C ; pertes dans le fer correspondant aux pertes à vide à la tension primaire indiquée par la plaque ; courant primaire pour un facteur de puissance secondaire égal à l'unité et déduit de la puissance secondaire $U_2 I_2$, de la tension U_1 et du rendement.

L'auteur indique enfin la manière de ramener à une fréquence donnée de 50 p:s, par exemple, les pertes mesurées à une fréquence différente, soit à 42 p:s.

Représentation au moyen du rayonnement d'un tube de Braun du fonctionnement des moteurs électriques, par le professeur Riccardo Arno (communication présentée au groupe de Milan le 10 mars 1925), 1 700 mots, 1 figure. — Comme suite à une communication qu'il avait faite au même groupe le 2 mai 1922 sur la composition des vecteurs tournants et alternatifs, l'auteur montre sur l'écran le faisceau des rayons cathodiques déviés par la résultante de deux champs magnétiques. Grâce à la persistance des impressions rétiniennes, le vecteur correspondant à un champ tournant se projette suivant un cercle, le vecteur d'un champ alternatif suivant une droite et un champ constant est représenté par un point.

En rendant successivement rotatifs, alternatifs et constants les deux champs qui déterminent la rotation de l'armature, il matérialise pour l'œil le fonctionnement des divers types de moteurs.

Digitized by Google

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin de mai 1925)

1° COMMUNICATIONS DES ORGANES DE L'ASSOCIATION.

a) *Rapport à l'Assemblée générale sur l'année* 1924. — Ce rapport résume les travaux des divers Comités de l'Association exécutés au cours de l'année. La commission des paratonnerres a établi un projet de questionnaire auquel il devra être répondu après chaque perturbation causée par un coup de foudre. On espère que les compagnies d'assurances classeront suivant ce questionnaire les renseignements recueillis.

Le département fédéral de la Société des Nations a fait parvenir à l'Association par l'intermédiaire de la Société suisse pour l'Industrie et le Commerce, deux projets de conventions de la Société des Nations avec prière de donner un avis sur leur ratification. La convention relative au transport en transit de l'énergie électrique a donné lieu à un avis défavorable. Au contraire, l'Association a approuvé la convention relative à l'aménagement des forces hydrauliques intéressant plusieurs Etats (Bulletin 1924 de l'Association, n° 9).

b) *Rapport du Comité électrotechnique suisse de la Commission électrotechnique internationale.* — Le rapporteur se félicite des heureux effets obtenus déjà par le Comité d'action. Les divergences qui s'étaient fait jour sur les spécifications des machines ont pu être analysées : le résultat de cet examen, soumis sous forme de note aux Comités nationaux, facilitera les discussions futures. A Londres, en juillet 1924, les questions ont été posées plus clairement et mieux que par le passé. Le Comité d'études des moteurs de traction, créé par le Comité d'action, a arrêté son programme et recommandé de désigner comme puissance d'un moteur celle qu'il fournit sur son arbre et non celle disponible aux jantes des roues.

Le rapport rappelle, en s'y ralliant entièrement, que suivant les idées exprimées par son président, M. Semenza, la Commission électrotechnique internationale est faite pour coordonner, en les normalisant, les méthodes industrielles des divers pays. Il y a donc grand intérêt à ce que chaque Comité national comprenne des représentants de tous les organismes intéressés, producteurs, consommateurs, administrations, et que tous se rendent compte de l'importance des accords internationaux. Les propo-

Digitized by Google

sitions relatives aux symboles graphiques présentées à Londres par le Comité suisse ont été adoptées par le Comité d'études et seront soumises une dernière fois aux Comités nationaux avant d'être adoptées officiellement par la Commission électrotechnique internationale.

c) *Rapport de la Commission permanente des corrosions.* — Ce rapport rappelle la genèse de la Commission et de son organe, l'Office de contrôle, ainsi que la Convention passée entre la Société suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux, l'Union des Chemins de Fer secondaires suisses et l'Association suisse des Electriciens pour étudier scientifiquement les moyens de lutte contre la corrosion ; l'entrée dans l'Office de contrôle de la Direction générale des Télégraphes. La Commission a fixé les tarifs de mesure des résistances de rails ; elle a fixé les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les branchements et croisements de voies électriques. L'Office de contrôle a étudié aux frais des groupements intéressés dans sa constitution les appareils nécessaires pour mesurer la résistance des joints de rails. Il a passé des contrats de cinq ans avec certaines administrations intéressées par la corrosion, pour l'examen périodique de leurs installations.

d) *Principes sur lesquels sont établies les normes et délivrées les marques de qualité pour appareils électriques et conducteurs isolés destinés aux installations intérieures.* — Les règles sont établies par catégorie d'appareils ou de conducteurs avec des clauses générales, conformes aux prescriptions sur les installations intérieures, elles comportent des indications spéciales sur les essais à effectuer. Les marques de qualité sont constituées pour les appareils par un monogramme déposé ; pour les conducteurs, par un fil distinctif ; elles sont accordées après un examen d'admission suivi d'épreuves périodiques pour les objets n'ayant pas encore servi.

e) *Rapport du Secrétariat général commun de l'Association suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales suisses.* — La Commission d'administration a approuvé les directives pour le choix des disjoncteurs dans les installations à courant alternatif à haute tension.

En raison de l'augmentation des frais d'impression et d'expédition et du fléchissement constaté dans le produit des annon-

Digitized by Google

ces, le Secrétariat fait appel à toutes les maisons de construction, membres de l'Association, pour qu'elles utilisent le Bulletin, et aux acheteurs de matériel électrique pour qu'ils s'adressent de préférence à ces annonciers.

La division technique du Secrétariat a été chargée d'essayer, en collaboration avec la station d'essais, un chauffage électrique par le plancher, et de faire des rapports sur un fourneau à accumulation et sur des phénomènes anormaux au croisement de deux voies électriques. Elle a participé à l'établissement des règles d'essai des huiles pour transformateurs et à la création de la marque de qualité des appareils et conducteurs isolés La commision de l'appareillage à haute tension et de la protection contre les surtensions a étudié les disjoncteurs à courant alternatif et adressé un questionnaire sur la protection des installations à courant continu. La commission de revision des prescriptions fédérales a fait exécuter de nouveaux essais sur la résistance de la terre à l'arrachement dans les fondations de lignes. Une solution intéressante a été trouvée au début de 1925. Il a été constitué en 1924 une nouvelle commission pour l'éutde des perturbations créées dans les installations à courant faible par l'influence des installations à courant fort.

2° Sommaires des principales communications. — Appareils et méthodes de mesure.

Recherches expérimentales sur le court-circuit brusque dans les alternateurs, par Rikli, 3 400 mots, 2 figures, 1 schéma, 39 courbes et oscillogrammes (langue allemande). — L'auteur décrit des expériences qui permettent de déterminer l'effet de freinage produit sur les masses en mouvement d'un turboalternateur de 2 500 kw à 3 000 t:m par un court-circuit établi brusquement sur une ou sur les trois phases. La puissance de freinage varie dans de grandes proportions en fonction du temps, avec la fréquence de l'alternateur, quand le court-circuit est triphasé, avec une fréquence double quand il est monophasé. Dans ce cas, elle peut atteindre 25 000 kw.

SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS
(Bulletin de mai 1925)

Sommaires des principales communications.

Participation des Electriciens belges aux Expositions, par Mourlon (première partie), 1 000 mots. — L'auteur commence par rap-

Digitized by Google

peler qu'en 1930, à l'occasion du centenaire de l'Indépendance, aura lieu à Bruxelles une Exposition internationale d'Electricité qui, dans l'esprit de ses promoteurs, doit constituer une apothéose de cette industrie. Evoquant ensuite le souvenir de ses premiers pionniers, il rappelle que, dès 1849, Jaspar alimentait son régulateur au moyen de piles Bunsen ; qu'en 1855, à Rome, un de ses appareils placé sur la tour du Capitole, projetait ses rayons lumineux à 4 340 m et qu'il était ensuite utilisé au siège de Sébastopol. Jaspar prend part à côté d'autres firmes belges aux expositions de Londres en 1851, de Paris en 1855, de Londres en 1862. A l'Exposition de Paris de 1878, la classe de l'Electricité n'existant pas encore, les télégraphes et les sonneries étaient exposés dans la classe : Matériel et procédés de la télégraphie. L'auteur rappelle que le trembleur de Weef fut appliqué par Wheatstone en 1837 à son système télégraphique et que la sonnerie a été aussi inventée par un Belge, Lippens, en 1850. A côté des sonneries, Paveux expose des isolateurs en caoutchouc et Jaspar sa lampe. Il y rencontrait Gramme et obtenait de lui le monopole pour la construction de la dynamo dont la première bobine fut enroulée à Liége par un neveu de Gramme et un fils de Jaspar. Gramme lui-même travaillait dans les ateliers de la Compagnie l'Alliance, à laquelle Nollet et Van Malderen avaient apporté en 1849 la première machine magnétoélectrique.

A l'Exposition de Philadelphie, en 1876, un major d'artillerie belge exposait un télémètre et Corette-Sobbels un système de paratonnerres. Gody, secrétaire du Commissariat belge, y assistait à la première expérience officielle de Graham Bell. Dès 1880, à Bruxelles, à l'Exposition du Cinquantenaire, les premiers appareils téléphoniques fonctionnaient sur le réseau créé par Béde, père de celui qui était tout récemment Président de la Société belge des Electriciens. La même exposition voyait apparaître la pile Leclanché qui avait d'abord été construite à Bruxelles en 1867. Le matériel électrique était encore catalogué avec les instruments de précision, l'horlogerie et les procédés de télégraphie.

Digitized by Google

OUVRAGES OFFERTS A LA SOCIETE [1]

CHIMIE ET ELECTROCHIMIE. ELECTROMÉTALLURGIE. PILES. ACCUMULATEURS.

Fours électriques et Chimie, publié sous la direction de P. LEBEAU, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, avec la collaboration de MM. C. BEDEL, A. DAMIENS, P. FLEURY, P. JOLIBOIS, M. PICON, G. RIBAUD et H. WEISS. Un vol. relié toile 25 cm×16 cm, de XII-585 pages, avec nombreuses figures. (« Fondation Edmond de Rothschild pour le développement de la Recherche scientifique »). — Paris, Les Presses Universitaires de France, 1924. (Don de la « Fondation Ed. de Rothschild »).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

The Year-Book of Wireless Telegraphy and Telephony 1925. Un vol. relié toile 21 cm×14 cm, de 894 pages, avec 56 cartes. — Published from the Offices of « The Wireless World », Iliffe and Sons Limited, London, 1925. (Don de la Direction générale de la Société Marconi).

GÉNÉRALITÉS. ETUDES THÉORIQUES. RECHERCHES PHYSIQUES.

Théorie du Rayonnement et des Quanta, par J.-H. JEANS, L. L. D., F. R. S. Traduit sur la deuxième édition anglaise par M. G. JUVET, professeur à l'Université de Neuchâtel. Un vol. broché 25 cm×16 cm, de 123 pages, avec 3 figures. (« Collection de Monographies scientifiques étrangères, publiée sous la direction de M. G. Juvet », n° VIII). — Paris, Librairie scientifique Albert Blanchard, 1925. (Don de l'éditeur).

ANNUAIRES.

Index Generalis. Annuaire général des Universités, grandes Ecoles, Académies, Archives, Bibliothèques, Instituts scientifiques, Jardins botaniques et zoologiques Musées, Observatoires, Sociétés savantes. Publié sous la direction de R. DE MONTESSUS DE BALLORE, professeur libre à la Faculté des Sciences de Paris. *Année* 1924-1925. Un vol. cartonné 18 cm×12 cm, de 2 000 pages. — Paris, 17, rue Soufflot, « Editions Spes ». (Acquis par souscription).

Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, N. Y. Catalogue, March, 1925. Register of Graduates 1826-1924 with geographical Index. Un vol. broché 20 cm×13 cm, de 446 pages avec 2 planches hors texte. — Albany Press of Hamilton Printing Company, 1925. (Don du Rensselaer Institute).

---

(1) Ces ouvrages peuvent être consultés à la Bibliothèque, 14, rue de Staël, de 14 à 17 heures, tous les jours, sauf le dimanche.

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES OFFERTS

PUBLICATION SUBVENTIONNÉE PAR LA CONFÉDÉRATION DES SOCIETÉS SCIENTIFIQUES FRANÇAISES A L'AIDE DES FONDS ALLOUÉS PAR LE PARLEMENT

TRACTION.

La traction électrique aux États-Unis, par Marcel JAPIOT, ancien ingénieur au Corps des Mines, ingénieur en chef adjoint du Matériel et de la Traction des Chemins de fer P. L. M., et M. A. FERRAND, ingénieur civil des Mines, ingénieur principal à l'Office central d'études de matériel de chemins de fer. Un vol. broché 23 cm×14 cm, de 612 pages, avec 126 figures et 11 planches hors texte. — Extrait des « Annales des Mines », livraison d'octobre 1920 à mars 1921. — Paris, Dunod, 1921. (Don de l'éditeur).

Dans cet ouvrage, les Auteurs décrivent d'une façon très complète les installations de traction visitées par la Mission envoyée aux Etats-Unis en 1919 par le « Comité d'Etudes pour l'électrification des Réseaux de chemins de fer d'intérêt général » pour documenter le Ministère des Travaux publics sur les installations de traction électrique exécutées à l'étranger.

De nombreuses et importantes installations à courant continu à basse tension, 600 volts et à courant continu à haute tension 2 400-3 000 volts; des lignes de traction à courants alternatifs monophasés 25 p : s, 11 000 volts; à courants alternatifs triphasés; un système de traction mono-triphasé font l'objet d'études particulières très détaillées et très abondamment documentées.

Dans chacune de ces descriptions, l'alimentation du réseau à haute tension, l'organisation des sous-stations de transformation, la constitution des locomotives et du mode de commande des roues motrices, la récupération lorsquelle est possible ; l'organisation, le fonctionnement et le contrôle des services d'exploitation et d'entretien du matériel et des installations sont examinés de manière à mettre en évidence les raisons qui ont motivé l'emploi des divers systèmes, les propriétés caractéristiques des dispositions adoptées et leur influence sur les résultats économiques obtenus.

De ces résultats et de leur rapprochement avec ceux que l'exploitation des installations de traction européennes a données, les Auteurs tirent des conclusions en ce qui concerne le système de traction qui paraît avoir le maximum d'avantages, à tous les points de vue et dans l'état actuel de la technique de la traction électrique : c'est celui qui a été adopté — continu à 1 500 volts — pour l'électrification des chemins de fer français.

L'ouvrage de MM. Japiot et Ferrand est un document technique du plus haut intérêt dans lequel les ingénieurs électriciens, les spécialistes de la traction principalement, trouveront, à côté d'une étude descriptive et raisonnée très complète, de très utiles renseignements sur toutes les questions se rapportant à l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations utilisant l'énergie électrique sous toutes ses formes pour la traction sur les grandes lignes de chemins de fer.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

The history of the Telephone in the United Kingdom, par F.-G.-C. BALDWIN, M. I. E. E., Superintending Engineer, Northern District, Post Office Engineering Department, Assistant Metropolitan Engineer, 1909-1912, The National Telephone Co, Ltd. Un volume cartonné 14 cm× 23 cm, de xxv-728 pages, 186 figures. — Chapman a Hall, Ltd, London.

La science téléphonique a atteint aujourd'hui un haut degré de perfection. Tant par des considérations théoriques que par des recherches expérimentales, elle s'est constituée en un corps de doctrines solidement étayées. D'autre part,

Digitized by Google

après les hésitations des premières années qui ont suivi la découverte de Graham Bell en 1876, l'organisation des réseaux téléphoniques a revêtu dans la plupart des pays une forme stable. Aussi, les techniciens modernes, dont le rôle est d'exploiter et d'améliorer les résultats acquis et dont l'esprit est tourné vers l'avenir et le progrès, sont-ils tentés de laisser un peu dans l'oubli les efforts de leurs devanciers. Cependant l'analyse des méthodes, des incertitudes, des erreurs mêmes du passé peut être pour eux l'objet d'un enseignement précieux qu'il ne faut pas laisser perdre.

C'est ce but que s'est proposé M. Baldwin en suivant le développement du téléphone dans le Royaume-Uni depuis son introduction en 1878 jusqu'en 1912, date de l'acquisition par le General Post Office des diverses organisations téléphoniques à l'exception des systèmes municipaux de Hull et de Portsmouth. Travail considérable qui a demandé pour être mené à bien l'examen d'une nombreuse documentation technique ; l'auteur a été conduit à consulter de nombreuses pièces officielles originales et s'est aussi reporté à des collections historiques comme celles du General Post Office, du Science Museum, South Kensington, de The Institution of Electrical Engineers.

Le détail de ces dernières est donné dans un appendice de l'ouvrage. Le texte lui-même est d'ailleurs illustré et complété par la reproduction d'appareils ou de documents anciens ; tels les premiers instruments téléphoniques de la Téléphone Co ou de la Edison Co et les textes successifs des licences accordées par le General Post Office aux diverses Compagnies privées.

Afin d'éclaircir son exposé, l'auteur s'est efforcé, tout en respectant l'ordre chronologique, d'étudier séparément l'évolution des principales modifications apportées au matériel téléphonique et le développement des différentes formes d'organisation commerciale des réseaux téléphoniques.

Un certain nombre de chapitres sont ainsi respectivement consacrés aux types successifs de tableaux commutateurs multiples, à l'introduction de la batterie centrale, comme source générale de courants microphoniques, à la naissance et à l'extension des réseaux aériens et des réseaux en câbles souterrains isolés au papier. Des chapitres ultérieurs contiennent des indications résumées sur les perfectionnements modernes concernant la commutation par machines (téléphonie automatique), l'agencement technique des réseaux et les communications à grande distance.

Ces diverses parties s'adressent plus particulièrement aux techniciens qui seront vivement intéressés par l'exposé condensé en un tableau frappant des progrès réalisés dans la construction du matériel téléphonique.

Les chapitres qui se rapportent à l'exploitation commerciale de la découverte de Graham Bell sont l'histoire très vivante des difficultés économiques et juridiques avec lesquelles ont été aux prises les diverses sociétés détentrices des premiers brevets. On y trouvera une description détaillée des méthodes d'exploitation et de l'organisation de ces Sociétés tant à Londres même que dans les principales villes et contrées du Royaume-Uni. Leur floraison presque simultanée, leurs compétitions, les fusions successives entre Sociétés rivales, aboutissant à la formation d'une compagnie prépondérante, la « National Telephone Co Ltd », forment la matière d'une véritable « action » historique d'ailleurs dominée par l'attitude prise dès le début par le General Post Office. Un des points fondamentaux de l'ouvrage est en effet constitué par l'examen des rapports du General Post Office avec les divers groupements particuliers qui comptèrent non seulement des Sociétés privées, mais des organisations communales, et de l'interprétation qui fut donnée du Telegraph act de 1869 assurant au Post Office le monopole des communications télégraphiques publiques. Un chapitre entier est d'ailleurs réservé aux questions de législation.

Les deux aspects techniques et économiques de l'histoire de la Téléphonie ne sont toutefois pas aussi radicalement distincts qu'il vient d'être indiqué. Autant que cela lui était possible, l'auteur les a présentés en quelque sorte parallèlement en faisant ressortir les inconvénients de la multiplicité des systèmes et leur répercussion sur les commodités de l'exploitation et les progrès de la téléphonie. La synthèse qu'a réalisée M. Baldwin intéressera non seulement les téléphonistes, mais les économistes, tous ceux qui se préoccupent des grands mouvements de l'humanité, car les conséquences immédiates ou lointaines de la découverte de Bell se font sentir dans toutes les branches de l'activité moderne.

Digitized by Google

COMMÉMORATIONS

The Centennial Celebration of Rensselaer Polytechnic Institute. Un volume 15 cm×23 cm, de 192 pages, 8 photographies. — 1925. (Don du Comité du Centenaire).

Ce volume, d'une typographie fort soignée, est illustré de belles photographies. Sur deux de celles-ci, nous retrouvons, en sa robe de Professeur, notre ancien Président, M. Abraham, qui, avec M. le Professeur Fabry, représentait notre Société. Une courte note sur la fondation de l'école est suivie d'un récit sommaire des fêtes, du programme complet, de la liste des délégués, de la prière solennelle d'ouverture prononcée par l'évêque coadjuteur du diocèse d'Albany, du texte des adresses présentées et enfin d'une pièce symbolique qui fut jouée en plein air aux différents niveaux d'une pittoresque colline.

Cet ouvrage commémorera d'une façon durable ces fêtes dont notre ancien Président a évoqué le souvenir devant nous d'une manière si vivante.

MATHÉMATIQUES. MÉCANIQUE.

Introduction géométrique à la mécanique rationnelle, par CAILLER, professeur à l'Université de Genève. Un volume 25 cm×16 cm, de 628 pages, avec 120 figures. — Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. (Don de l'éditeur).

L'auteur débute par l'étude algébrique de la géométrie et de la cinématique dans l'espace à n dimensions, ce qui lui paraît présenter l'avantage de descendre ensuite, avec plus de facilité, aux phénomènes particuliers propres à la cinématique de l'espace euclidien à 3 dimensions. De plus, cette étude algébrique comportant celle des déterminants et des transformations linéaires, forme la base de la théorie générale des tenseurs et peut, par suite, servir d'initiation à l'examen de la relativité. Toutefois, les tenseurs ne sont pas abordés dans cet ouvrage, qui traite, par contre, de la géométrie vectorielle, de la géométrie réglée, de l'étude des mouvements finis (isométrie, théorie des quaternions, transformations orthogonales à quatre indéterminées) et de l'étude des mouvements infinitésimaux.

RECHERCHES PHYSIQUES.

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie. Volume V. Données de 1917 à 1922 inclus. Tome I : 804 pages. — Secrétariat général : C. Marie, 9, rue de Bagneux, Paris. (Don du Secrétariat).

Le tome qui vient d'être publié contient les chapitres suivants : Elasticité, compressibilité, coefficients de dilatation, viscosité, tension superficielle, chaleurs spécifiques, conductibilité thermique, thermodynamique, points de fusion, tensions de vapeur, lois des gaz, acoustique, rayonnement ; optique : vitesse de la lumière, diffusion de la lumière, pouvoirs réflecteurs, coefficients d'absorption, réfraction et dispersion, spectroscopie, photométrie, pouvoir rotatoire. Electricité, magnétisme. Les membres de notre Société connaissent tous la précieuse source de documents que constitue cette publication : le Secrétariat général leur enverra d'ailleurs gratuitement sur demande des fascicules pris parmi les chapitres : Electricité, magnétisme, électrochimie, radioactivité, ionisation, art de l'ingénieur, etc... Rappelons que nos membres bénéficient d'une remise de 25 % sur les prix de souscription. Toutes demandes doivent être adressées au Secrétariat général, 9, rue de Bagneux.

Digitized by Google

IL Y A TRENTE ANS

SOMMAIRE

1° Réunion du mercredi 5 juin 1895 :
a) Recherches sur l'électrolyse des jus sucrés, p. 563.
b) Sur les canalisations concentriques, p. 564.
2° Extraits du Bulletin de juin 1895 :
Institution des Ingénieurs électriciens de Londres, p. 564.

1° REUNION DU MERCREDI 5 JUIN 1895

a) Recherches sur l'électrolyse des jus sucrés. — M. Janet analyse une communication par laquelle MM. Gin et Leleux exposent les recherches qu'ils ont effectuées au Laboratoire central sur l'électrolyse des jus sucrés. Ils mesuraient la résistance électrique des solutions de saccharose en évaluant, au moyen d'un électromètre à quadrants, la différence de potentiel déterminée entre deux points de la colonne liquide par le passage d'un courant. L'intensité de celui-ci était mesurée par un galvanomètre placé en dérivation sur une résistance connue dans le circuit principal. Les auteurs indiquent les détails d'application de leur méthode, dont les résultats ont été contrôlés par des essais faits, suivant la méthode de Kohlrausch, à l'Institut Montefiore. Ils donnent la courbe des valeurs obtenues pour la résistance en fonction de la concentration des solutions, de la température et de la densité du courant utilisé. Ils en déduisent les conclusions suivantes :

La résistance minimum d'une solution sucrée correspond à la dilution d'une molécule-gramme pour un peu plus de dix litres de solution ; elle augmente ensuite avec la concentration ; à courant constant, elle décroît quand la température augmente ; les résistances de solutions de concentrations diverses tendent vers une valeur commune, correspondant à leur température d'ébullition ; dans les électrolytes bons conducteurs elle est indépendante de la densité de courant ; dans les mauvais conducteurs elle décroît d'abord rapidement quand la densité de courant augmente, puis devient constante. Le passage d'un courant à travers un électrolyte mauvais conducteur produit une ionisation qui abaisse la résistance et qui persiste un certain temps.

Les auteurs ont ensuite recherché, en interposant un diaphragme entre les électrodes, si la saccharose suivait les lois connues sur le transport des ions. Ils ont cru constater que le courant

Digitized by Google

n'exerce sur le saccharose qu'un transport très faible et peut-être nul : s'il y a transport, c'est vers le pôle positif. Ils terminent en donnant les résistances spécifiques de quelques substances contenues dans le jus de betterave.

A la suite de cette communication, POTIER rappelle que l'influence du passage d'un courant continu sur la résistance des liquides a été étudiée par Kohlrausch et Heydviller pour l'eau pure et pour les solutions étendues de sulfates et de chlorures alcalins ; les résultats ont varié dans le rapport de 1 à 100. Il résulte de ces travaux et de ceux de Lehmann, que la variation de la résistance avec le temps est déterminée par l'électrolyse même : si, par exemple, le courant traverse, dans un tube étroit, du sulfate de potasse étendu, l'acide et la base se séparent et se concentrent vers les extrémités ; étant chacun meilleur conducteur que le sel, ils offrent une résistance décroissante ; mais le milieu du tube finit par ne plus contenir que de l'eau pure et la résistance croît. La diffusion agissant, en sens inverse, pour rétablir l'homogénéité du liquide, il finit par s'établir un régime permanent à conductibilité constante.

b) SUR LES CANALISATIONS CONCENTRIQUES. — M. GROSSELIN rappelle que, dans un câble à deux conducteurs concentriques, le conducteur extérieur se met spontanément au potentiel de la terre. Il propose une explication du phénomène et il en indique les conséquences pratiques, tant en exploitation normale qu'au cours des régimes troublés.

2° EXTRAITS DU BULLETIN

INSTITUTION DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS DE LONDRES. — M. Ewing présente un *appareil de mesure de l'hystérésis des tôles de fer*. Il mesure le travail mécanique nécessaire pour faire tourner un volume de tôle, toujours le même, dans un champ magnétique toujours le même ; ce travail étant proportionnel à la vitesse, il mesure simplement le couple d'entraînement. Le champ est produit par un aimant sur lequel s'exerce le couple créé par le fer en rotation. L'aimant supporté par un couteau de balance est écarté d'un certain angle par rapport à sa position d'équilibre. Cet angle est indépendant de la vitesse, puisque le travail d'hystérésis pour un cycle complet, n'en dépend pas. On procède par comparaison avec des échantillons types étudiés au balistique.

Le gérant : J. GUYOT.

IMP. HENRIOT — 20, RUE GERBERT, PARIS

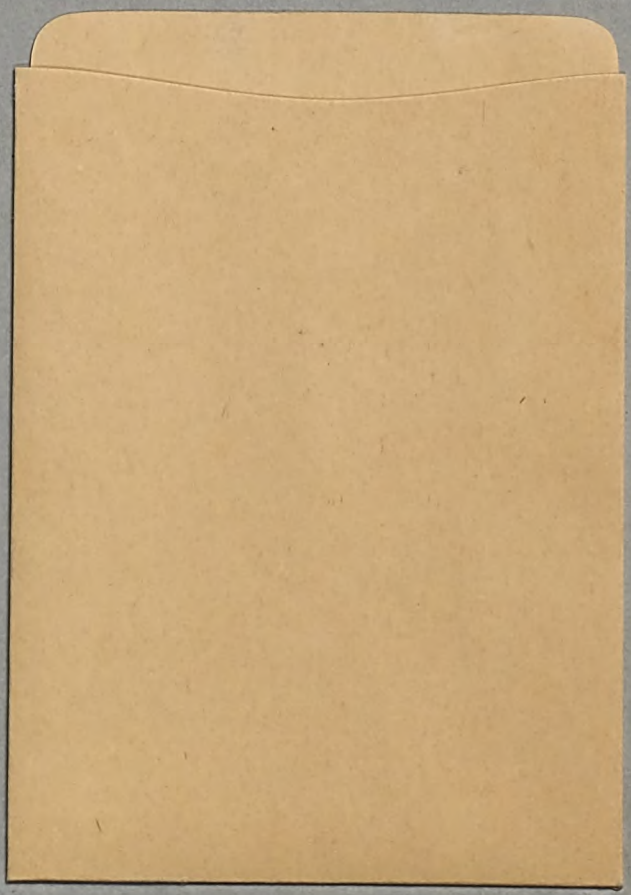
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Date Due



Digitized by Google

The Ohio State University
3 2435 06228954 1
OHIO STATE UNIVERSITY BOOK DEPOSITORY
8 03 12 28 8 06 008
Digitized by Google